This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06639794 8

Funk

Funk

Beyträge

zur

allgemeinen Waſſer-Baukunſt

oder

ausführliche Maſchinen-Berechnungen

und

andere hydrauliſche Unterſuchungen,

mit

beſonderer Anwendung auf die Saline Neuſalzwerk im Weſer-Departement, Diſtrikt Bielefeld, des Königreichs Weſtphalen.

Von

Franz Ernſt Theodor Funk,

Landbaumeiſter im Weſer-Departement des Königreichs Weſtphalen.

Zweyter Band.

HISTOR LIBRARY

Mit zwey Kupfertafeln.

Lemgo, im Verlage der Meyerſchen Buchhandlung 1809.

HBK LIBRARY

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

Hochgeborner Herr,
Hochgebietender Herr Finanz = Minister,

Wenn ich es wage, Ew. Excellenz eine Beschreibung der Saline Neusalzwerk ehrerbietigst zuzueignen, so kann ich keinen anderen Entschuldigungs = Grund meiner Dreistigkeit anführen, als diesen: daß ich es nach allen meinen Kräften versucht habe, bey der Saline Neusalzwerk einige Verbesserungen vorzuschlagen, von deren Ausführung ich hoffe, daß sie dem Staa einen bedeutenden Vortheil bringen werden.

In der Ueberzeugung, daß meine zum Theil schon ausgeführten Vorschläge wirklich vortheilhaft gewesen sind, überreiche ich Ew. Excellenz diese Abhandlung, weil dieser Zweig der Staats = Verwaltung von Hoch-

Dero

Dero hohen Einsichten geleitet wird, und weil Hoch-Dieselben keinen d
deren Gebrauch der obersten Gewalt kennen, als den, welcher zur Beglückun
des Staats führt.

In dem Gefühl der tiefsten Ehrerbietung verharre ich

Ew. Excellenz

Minden den 4ten April
1809.

unterthänigster

Verehrer.

Vorrede.

Im Jahr 1803 überreichte ich Sr. Excellenz, dem verstorbenen Königlich Preußischen Staats-Minister Herrn von Struensee, eine Abhandlung, worin ich zu beweisen suchte:

a. daß in der Gegend von o Fig. 30. die beste Soole vorhanden seyn würde. Es ist auch würklich im Jahr 1806. 84 Ruthen von diesem Punkt die reiche Soole im Bohrloch No. 2. litt. d. Fig. 30. gefunden.

b. Daß, wenn man das große Wehr in ein faschinirtes Stein-Wehr umformte, jährlich 5000 bis 7000 Rthlr. an der Unterhaltung erspart werden könnten. Dies hat die Erfahrung nun auch schon bestätiget, nachdem zwey Drittel des Wehrs mit einer Besteinung versehen sind.

c. Daß der Brunnen- und Gradir-Betrieb so umgeändert werden müste, wie im zweyten Kapitel umständlich vorgetragen ist; welches aber erst gehoft wird.

Dieser würdige Minister versprach mir, diese Abhandlung durch sachkundige Männer prüfen zu lassen. Er starb, und sein Nachfolger, Sr. Excellenz der Herr Staats-Minister Graf von Rheden, nahm meine Vorschläge an: es wurde das Bohrloch No. 2. Fig. 30. abgebohrt, die bisher bekannte beste Soole daselbst gefunden, und auch zur Versteinung des großen Faschinen-Wehrs wurden Versuche gemacht, welche über Erwartung günstig ausfielen.

Meine sämmtlich in dieser Abhandlung vorgetragenen Verbesserungen der Saline Neusalzwerk würden also wahrscheinlich völlig ausgeführt, die deutlich nachgewiesenen Ersparnisse für die Saline eingetreten, und auch ich würde wahrscheinlich vollständig belohnt worden seyn, wenn der Krieg, wodurch die Grafschaft Ravensberg dem Königreich Westphalen einverleibt wurde, nicht darin eine Aenderung gemacht hätte.

Jetzt, da das hohe Westphälische Gouvernement in jedem Zweige der Staats-Verwaltung die segenvollsten Einrichtungen trift, jetzt halte ich es für angemessen, meine Vorschläge dem hohen Gouvernement öffentlich zur Beurtheilung vorzulegen, weil unsere gelehrtesten Hydrauliker schon öfters die Vortheile aus einander gesetzt haben, welche der Theorie und Praxis offenbar dadurch verschaft werden, wenn man nicht allein große würklich ausgeführte Bau-Anlagen beschreibt, die als Belege für die Zweckmäßigkeit dieser oder jener Construction dienen können, sondern auch Bau-Projecte bekannt macht, die das Wohl des Staats bezwecken.

Die Holländer haben auch schon längst in ihren Jaerböcken, Raporten, Antekeningen, Verhandelingen u. s. w. sehr deutlich bewiesen, wie

wie groß der Nutzen sey, dergleichen Bau-Projecte bekannt zu machen. Und es hat seine Richtigkeit, daß diese, wenn sie zur Publicität gelangen sollen, unstreitig mit größerer Umsicht und Fleiß ausgearbeitet werden, als wenn dies nicht der Fall ist. Schon in dieser Hinsicht glaube ich Entschuldigung zu verdienen, wenn ich in dieser Abhandlung, und zwar im zweyten Kapitel, verschiedene Projecte bekannt mache, welche zu einer vortheilhaften Einrichtung der Saline Neusalzwerk führen können.

Ein zweyter Gesichtspunct, aus welchem man diese Abhandlung zu betrachten hat, ist folgender:

Unter allen Maschinen-Berechnungen sind offenbar diejenigen am mühsamsten und schwierigsten, wo an den Maschinen die bewegende Kraft mit langen Feld-Gestängen verbunden ist, um mittelst Saug- oder Druck-Werken eine bestimmte Wasser- oder Sool-Menge zu einer bestimmten Höhe zu erheben. Noch schwieriger ist es, wenn man solche mit Feld-Gestängen verbundene Maschinen, die durch Wasser betrieben werden, mit anderen vergleichen will, die ihre Bewegung durch Dämpfe oder durch belebte Geschöpfe erhalten. Muß man seine Untersuchungen gar auf Anlagen ausdehnen, die theilweise eine regellose Einrichtung und unregelmäßige Abmessungen haben, so wird die Schwierigkeit dadurch erhöhet, weil die Theorieen, welche man bey dergleichen Maschinen-Berechnungen zum Grunde legt, selten so allgemein sind, um sie auf regellose Anlagen anwenden zu können. Gleichwohl giebt es in der Ausübung unzählige Fälle, wo man wegen Mangel einer allgemeinen Theorie sich genöthiget siehet, seine Zuflucht zu jener unvollkommnen zu nehmen, und sie auf unregelmäßige Anlagen anzuwenden. Einen Belag dazu

liefert uns die Beſchreibung der Saline Neuſalzwerk, oder vielmehr die Berechnung der Bewegungs-Hinderniſſe und der bewegenden Kraft.

So lokal alſo dieſe Abhandlung zum Theil auch ſcheinen mag, ſo nützlich iſt ſie doch, nicht allein für den Mechaniker, ſondern auch für den Saliniſten in genereller Hinſicht.

Ein einziges Kunſtrad, durch Waſſer umgetrieben, bewegt zwey Feld-Geſtänge von 4200 Fuß Länge, welche mehrfach in der Horizontal- und Vertical-Ebene, mittelſt Werkſtempel, Wendeböcke, Kunſtkreuze und Balanciers u. ſ. w. gebrochen ſind, und durch Pendelſchwingen, Knechte, Rollen u. ſ. w. fortgeleitet werden, um 39 Saugwerks-Pumpen in Bewegung zu ſetzen.

Es iſt einleuchtend, daß die genaue Unterſuchung einer ſo ſehr complizirten Maſchine eine große Menge anderer Aufgaben umfaſſen muß, welche in der Mechanik, Hydraulik und Salzwerkskunde ihre Anwendung finden.

Gegenwärtige Abhandlung iſt alſo als ein concretes Beyſpiel zu betrachten, worauf die geläuterten und vervollkommneten Theorieen der Herren Langsdorff, Baader und Eitelwein angewandt ſind, und woraus ſich der hohe Grad von Zuverläſſigkeit erkennen läßt, welche jene Theorieen gewähren.

Die bekannte Theorie von unterſchlächtigen Waſſerrädern, welche die Herren Gerſtner und Langsdorff in ihren vortreflichen Schriften vorgetragen haben, findet aus den ſchon angeführten Gründen hier keinesweges direkte Anwendung. Jene iſt nur für regelmäßige Anlagen berechnet, und kann daher, wie ich §. 19. bewieſen habe, hier keine brauchbare Reſultate liefern.

Ich

Ich habe mich daher genöthiget gesehen, einen ganz eigenen Weg einzuschlagen, um die Kraft am Stoßpunkt des Wasserrades zu bestimmen; und ich glaube, daß die von mir hier in Anwendung gebrachte Methode in möglichst größter Allgemeinheit gilt.

Ferner findet man §. 27. eine neue Theorie von dem Widerstande, welchen das Getraide in Mahlmühlen dem Läufer entgegensetzt, vorgetragen. Diese stützt sich auf eine vieljährige Erfahrung, und ist meiner Meynung nach ganz allgemein.

Das große Wehr in der Werre habe ich nach den Grundsätzen, welche ich in meinen Beyträgen zur allgemeinen Wasserbaukunst 1ster Band Seite 183 bis 213 vorgetragen habe, umgeändert. Es ist so vollständig gerathen, wie es nur bey den wenigen Kosten, womit eine Fläche von 476 □Ruthen besteint ist, geschehen konnte.

Es sey mir erlaubt, das sachverständige Publikum vorzüglich auf diese drey zuletzt erwähnten Gegenstände, in sofern sie mir eigenthümlich gehören, aufmerksam zu machen.

Ueber einen zweyten Aufsatz, die Theorie von Bewegung des Wassers in Flußbetten, habe ich noch folgendes anzuführen.

Bey Bearbeitung des ersten Bandes meiner Beyträge zur allgemeinen Wasserbaukunst fehlte es mir, vermöge meiner Dienstverhältnisse, an Zeit und Ruhe, alle darin verhandelte Gegenstände mit der gehörigen Deutlichkeit und Umsicht vorzutragen. Gleichwohl muste ich unter den damaligen Umständen die darin enthaltenen hydrometrischen Versuche bekannt

§. 27. Das Waſſer des Kunſt-Kanals muß eine Getraide-Mahlmühle mit 2 Gängen bewegen. Unterſuchungen über den Widerſtand, welchen das Getraide den beyden Läufern entgegenſetzt, nebſt Aufſtellung einer Theorie über dieſen Widerſtand.
§. 28. Berechnung der Mahlmühle zu Neuſalzwerk mit 2 Gängen.
§. 29. Beſtimmung der Waſſermenge für die Secunde, welche zur Betreibung der Sool-Brunnen, zu der Gradirung und den zwey Mahlgängen erforderlich iſt.
§. 30. Beſtimmung der Kraft, welche erforderlich iſt, mit 2 Menſchen das Bohrloch No. 1. in Betrieb zu ſetzen.
§. 31. Beſchreibung des großen Faſchinen-Wehrs in der Werre.
§. 32. Die jährliche Ausgabe von 7100 Rthlr. zur Unterhaltung des großen Wehrs hat Veranlaſſung zur Verbeſſerung der Saline gegeben.

Zweytes Kapitel.

§. 33. Auffallende Vortheile, welche die Saline erhält, wenn die beyden Bohrlöcher No. 1 und 2. ganz allein betrieben werden.
§. 34. Beſſere und zweckmäßigere Einrichtung des Brunnen-Betriebes.
§. 35. Beſſere Einrichtung des Gradir-Betriebes.
§. 36. Vorſchläge zur verbeſſerten Einrichtung der Mahlmühle.
§. 37. Der Nutz-Effect des Brunnen- und Gradir-Betriebes kann bey der vorgeſchlagenen Verbeſſerung 1,649 mal größer wie vorher ſeyn.
§. 38. Vorſchläge zur Umänderung und Beſteinung des großen Faſchinen-Wehrs.
§. 39. Muthmaßliche künftige jährliche Unterhaltung des Wehrs.
§. 40. Project, den Kunſt-Kanal um 825 Ruthen zu verlängern, wodurch nur ein Wehr, welches die Werre zwey Fuß hoch ſtauet, erfordert wird.
§. 41. Project, den Brunnen- und Gradir-Betrieb der Saline Neuſalzwerk mittelſt Dampfmaſchinen zu bewürken.
§. 42. Reſultate, daß, wenn man die Waſſer-Künſte nach wie vor beybehält, jedoch die vorgeſchlagene zweckmäßigere Einrichtung ausführt, 4463 Rthlr. jährlich gegen Dampfmaſchinen erſpart werden.

Drittes Kapitel.

§. 43. Aufzählung der Arbeiten, welche nach meinen Vorſchlägen bereits ausgeführt ſind und noch ausgeführt werden ſollen.
§. 44. Die Erfahrung hat es durch mehrmalige hohe und plötzliche Fluthen beſtätiget, daß dem beſteinten Wehr durch Waſſerfluthen kein Schaden erwachſen kann.
§. 45. Auch die ſchrecklichſten Eisgänge können das Wehr nur vorzüglich auf zwey Flächen beſchädigen, ſo, daß die jährliche Unterhaltung höchſtens 500 Rthlr. beträgt.
§. 46. Wenn die §. 33 bis 37. vorgeſchlagene Arbeiten vollſtändig ausgeführt werden, ſo wird man jährlich an Steinkohlen, und für Reparatur des Geſtänges, der Werre-Ufer u. ſ. w. noch mehrere tauſend Thaler erſparen.

II.

Kurze Ueberſicht der Theorie von Bewegung des Waſſers in Flußbetten.

III.

Theorie von Bewegung des Waſſers in Kanälen, welche aus des Herrn Schulz Verſuch einiger Beyträge zur hydrauliſchen Architektur entlehnt iſt, und die franzöſiſchen Hydrauliker Coulomb, Girard und Prony zu Verfaſſern und Commentatoren hat.

Erſtes

Erſtes Capitel.

Enthält die Beſchreibung von Neuſalzwerk im Diſtrikt Bielefeld des Weſer-Departement, mit Rückſicht auf den Betriebs- und Fabrications-Plan, die Haushaltungs-Grundſätze und den Debit.

§. 1.

Die Saline zu Neuſalzwerk, oder Rehme im Diſtrikt Bielefeld des Weſer-Departement, liegt in einem Thale, worin die Werre fließt, welche beyläufig 600 Ruthen unterhalb dieſes Werkes in die Weſer einmündet. Derjenige Theil des Thals, welcher uns hier bey dieſer Beſchreibung des Neuen Salzwerks ganz beſonders intereſſirt, fängt bey der ehemaligen Mahner-Mühle f Fig. 30, 3000 Ruthen oberhalb der Ausfluß-Mündung der Werre in die Weſer an, und iſt in Fig. 30 enthalten. Die Breite wird im Durchſchnitt 400 Ruthen betragen.

§. 2.

Ehe ich die Beſchreibung des Neuen Salzwerks anfange, wird es nöthig ſeyn, die auf demſelben üblichen Gewichte und Maaße zu beſtimmen.

A. Salzſoolen-Gewichte. Der Salzſoolen-Gehalt wird auf dieſer Saline nach einer Spindel (Aräometer) angegeben, welche die Anzahl Lothe Salz anzeigt, die in einer Berliner Kanne (Quart) enthalten ſind. Wenn man alſo ſagt, die Soole iſt 7, 10, 15löthig, ſo verſteht man darunter: in einem

Berliner Quart, oder einer Kanne ſind 7, 10, 16 Loth Salz enthalten. Es werden ſich mehrere dahin einſchlagende Fragen beantworten laſſen, wenn bekannt iſt, daß der rheinländiſche Kubikfuß Regenwaſſer wiegt — = P = 65,3064 Berl. Pfund.

Eine Berliner Kanne oder ein Quart enthält = K = 65,415 Kubikzoll.

Ein rheinländiſcher Kubikfuß enthält — = R = 26,416 Berliner Quart.

Eine Berliner Kanne Regenwaſſer wiegt = V = 2,4709 ℔ = 79,07 Loth.

Wenn nun ferner das Gewicht einer Berliner Kanne Soole mit = M; die Löthigkeit der Soole nach Procenten = λ [nemlich daß in 100 Loth Soole λ Loth Salz enthalten ſind]; die Löthigkeit nach Berliner Kannen = u [nemlich daß in einer Kanne Soole u Loth Salz enthalten ſind]; der Salzgehalt eines Kubikfußes in Pfunden ausgedrückt, in Beziehung auf u löthige Soole, = N; der Salzgehalt eines Kubikfußes, in Pfunden ausgedrückt, in Beziehung auf λ löthige Soole = O; das ſpecifiſche Gewicht der Soole durch φ bezeichnet wird, ſo iſt

$$M = \frac{P.\varphi}{R} = \frac{65{,}3064.\varphi}{26{,}416} \cdot \lambda = \frac{100.u}{V + 0{,}685.u} = \frac{100.u}{79{,}07 + 0{,}685\,u}$$

$$u = \frac{V\lambda}{100 - 0{,}685\,\lambda} \cdot \varphi = 1 + 0{,}00728\,\lambda \cdot N = \frac{26{,}416\,u}{32}$$

$$O = \frac{65{,}3064(1 + 0{,}00728\,\lambda)\lambda.}{100}$$

B. **Salzverkaufs-Gewichte.** Das Salz wird nach Laſten verkauft, deren Unterabtheilungen Tonnen und Scheffel ſind.

60 Berliner Scheffel machen eine Laſt aus, und wiegen 3840 ℔.

5 Berliner Scheffel machen eine Tonne aus, und wiegen 320 ℔.

1 Berliner Scheffel enthält 3059 Kubikzoll, und wiegt 64 ℔. Ein Kubikfuß Salz, looſe eingeſchüttet, wiegt 36,153 ℔.

C. **Brennmaterialien-Gewicht** Die Brennmaterialien beſtehen hier aus Steinkohlen vom Bergrevier zur Böhlhorſt bey Minden. Dieſe werden nach Balgen verkauft. Eine Balge enthält 2967 Kubikzoll rheinländiſches Fußmaaß; folglich iſt ſelbige = 0,97286 Berliner Scheffel. Eine ſolche Balge Stein-

Steinkohlen wiegt 103 Berliner Pfund, und der Berliner Scheffel = 105,63 ℔. [Seit einigen Jahren werden auch Steinkohlen vom Bergrevier Süldbeck bey Oberkirchen gebraucht. Die daſige Balge enthält 2494,45 Kubikzoll rheinl. Maaß].

D. Das Fußmaaß iſt durchaus der rheinländiſche Fuß; und

E. die Gewichte werden nach Berliner Pfunden beſtimmt.

§. 3.

Das Terrain der Saline beſtehet gröſtentheils aus einem, welchen Kohlenſchieſer-Gebürge, das beſonders an dem linken Ufer der Werre mit Triebſand überſchwemmt iſt. Nach den bisherigen Bohrverſuchen hat man alle Urſache zu glauben, daß am ſüdlichen und nördlichen Hochufer das Werrethal an Soole arm, oft mit bituminöſen, der Criſtalliſation nachtheiligen, Beſtandtheilen gemiſcht iſt; daß hingegen die nordweſtliche Seite deſſelben, wo Fig. 30 der Fridrich Wilhelms-Brunnen a, das Bohrloch in Schulzens Wieſe No. 1. C, das Bohrloch am Kunſtkanale No. 2. d belegen ſind, die bis jetzt bekannte reichſte und criſtalliſirbarſte Soole enthält. Ueberhaupt ſcheint überall in dieſem Thal, ſelbſt in ganz geringer Tiefe und ziemlicher Entfernung vom Salzwerk, Soole, wenn auch nicht von beſonderer Güte, zu ſeyn. Z. B. bey der Unterſuchung des Grundes an der Rehmer Werrebrücke Fig. 30 e fand man in einer Tiefe von 16 Fuß 3,5löthige Soole im Grundbette der Werre, ſo wie oberhalb der Mahner Mühle bey A Fig. 30 Soole zu Tage in einem Born (Spring) befindlich iſt. Dieſes Naturereigniß, daß nämlich in geringer Tiefe in dieſem Werrethal Soole vorhanden iſt, gab im Jahr 1746 zur Entdeckung einer Soolquelle in der Bauerſchaft Mellbergen Amts Hausberge Fig. 30 g Veranlaſſung, welche zu Tage ausfloß. Sogleich benutzte man dieſelbe, und König Friedrich der Große ließ durch den Kriegsrath von Rappard hier eine Saline errichten, die 1752 zu Stande kam. Freylich hatte man damals nur 3löthige Soole im erſten abgetäuften Brunnen; jedoch konnte man ſchon das Fürſtenthum Minden und die Grafſchaft Ravensberg mit eignem Salze verſorgen. Durch viele zum Theil mehr oder minder glückliche, zum Theil ganz mißlungene, Bohrverſuche an dem ſüdlichen Hochufer des Werrethals wurde man genöthiget, auch auf der nördlichen Seite Bohrverſuche anzuſtellen, die man bis dahin vernachläſſiget hatte. Der Kriegsrath von Rappard war ſo glücklich, 1764 eine 9löthige Quelle zu entdecken, worauf der Rappards-Brunnen Fig. 30 b abgetäuft wurde. Von dieſem Zeitpunkte an kann man die glückliche Verbeſſerung dieſes Werks rechnen, obgleich daſſelbige vorher ſchon ſo bedeutend geworden war, daß die Grafſchaften Tecklen-

burg und Lingen mit Salz von demſelben verſehen wurden. Im Jahre 1769 wurde von einem Viehhirten in der Gegend des jetzigen Friedrich Wilhelms-Brunnens, Fig. 30. a. eine 9löthige Soole entdeckt, die zu Tage ausfloß. Der Geheime Oberfinanzrath Stuve benutzte dieſe Entdeckung, und ließ den Friedrich Wilhelms-Brunnen abtäufen. Das Werk wurde nun noch mehr erweitert, und Oſtfriesland von hier mit Salz verſorgt Bis zum Jahre 1800 war der Friedrich Wilhelms- und Rappards-Brunnen allein im Gebrauch. 1799 wurde in Schulzens Wieſe Fig. 30. C. das Bohrloch Nr. 1. gemacht, weil der Salinen-Bauinſpector Aliſch und Brunnenmeiſter Fricke ſchon ſeit mehreren Jahren eine hochlöthige Soolquelle, die zu Tage ausfloß, entdeckt hatten. Dieſer Verſuch fiel ſo glücklich aus, daß man, da daſſelbe 252 Fuß tief und 3 Zoll im Durchmeſſer gebohrt war, 9½löthige Soole zwey Kubikfuß pro Minute erhielt. Von dieſer Zeit an ſind bis im Jahre 1806 immerwährende ganz vergebliche Bohrverſuche nach Angabe des Kriegsraths und Salinendirectors Meyer gemacht; z. B. im Eddingshäuſer Felde Fig. 30. bey h, am nördlichen Werreufer bey i, im Rehmer Felde bey k u. ſ. w. Der glücklichſte unter allen war bey l im ſogenannten Kolk zwiſchen der Krüger- und Röhrenbrücke M und N, wo ein Bohrloch von 130 Fuß tief pro Minute 5 Kubikfuß 8,5löthige Soole gab. Schon im Jahre 1803, als ich dieſe Abhandlung mit einigen Veränderungen dem hohen Ober-Berg-Departement zu Berlin überreichte, rieth ich an, in der Gegend von O, unweit der Jägerbrücke p, am Kunſtkanal, einen Bohrverſuch anſtellen zu laſſen. Im Jahr 1805 wurde ſelbiger durch den Herrn Geheimen-Etats-Miniſter von Rheden Excellenz nach meiner Angabe genehmiget, und in O ein Bohrloch abgeſenkt, welches der Erwartung nicht entſprach, weil es wegen mehrerer Unfälle nicht bis zur gehörigen Tiefe abgeſenkt werden konnte. Ein zweyter Verſuch bey d (welcher im Sommer 1806 angeſtellet wurde), fiel außerordentlich erwünſcht aus, indem ein Bohrloch von 3 Zoll im Durchmeſſer 240 Fuß tief abgeſenkt, in 15 bis 17 Secunden einen Kubikfuß, oder pro Minute 3,529 bis 4 Kubikfuß, 9,5löthige Soole gab. Durch Abſenkung der Bohrlöcher Nr. 1. und Nr. 2 Fig. 30. c und d. hat die Neuſalzwerker Saline die größte Verbeſſerung erhalten, ſeitdem ſie exiſtirt.

§. 4.

Es wird alſo jetzt nur zur Beurtheilung der Soolbrunnen und Bohrlöcher auf der Neuſalzwerker Saline erforderlich ſeyn, daß ich Fig. 30. den Friedrich Wilhelms-Brunnen a, den Rappards-Brunnen b, das Bohrloch Nr. 1. c, das Bohrloch Nr. 2. d beſchreibe, und hiernächſt angebe, auf welche Art die Soole gefördert wird.

N°. 1. Der Friedrich Wilhelms-Brunnen Fig. 30. a ist 1769 abgeteuft; seine ganze Tiefe von der Hängebank bis zur Sohle (Boden) beträgt 86,666 Fuß. Der Schacht ist 12,541 Fuß lang, 9,834 Fuß breit, und bis zum 31sten Fuß verschrotet. In dieser Tiefe hat der Schacht einen Absatz und wird enger, so daß derselbe nur 9,416 Fuß lang und 8,25 Fuß breit bleibt. Diese Abnahme erstreckt sich bis an die Sohle (Boden), wo der Brunnen 7 Fuß Länge und 6 Fuß Breite erhält. Der Brunnen hat verschiedene Quellen. Eine entspringt 11,444 Fuß tief unter der Sohle des Schachts aus einem Bohrloch, welches 3 Zoll weit ist, und wiegt 9,5 Loth (oder nach Procenten gerechnet, 11,101 Loth, indem die specifische Schwere der Soole = Φ = 1,08 beträgt). In der Minute liefert diese Quelle einen Kubikfuß. Die zweyte ist eine Seitenquelle, die im 73sten Fuß von Nord-Osten herkommt, deren Gehalt 6,75löthig [nach Procenten 8,064löthig] ist, und dessen specifisches Gewicht = 1,049 beträgt. Selbige giebt pro Minute 1,80 Kubikfuß Soole. Das Gemisch beider Quellen ist pro Minute 2,8 Kubikfuß, und 7,732löthig, [nach Procenten 9,148löthig], und dessen specifisches Gewicht = 1,0562.

Um beide Quellen vortheilhaft zu benutzen, ist die Einrichtung gemacht, daß die edlere 9,5löthige Soole durch eine 29 Fuß lange Pumpenröhre in einen Kasten ausfließt, und durch 3 über einander stehende Pumpen gefördert wird, deren Dimensionen in der siebenten Tabelle N°. 33. N°. 35 und N°. 37. genau beschrieben, und in Fig. 27. Fig. 28. Fig. 29. gezeichnet sind. Die ärmere 6,75löthige Quelle fließt dagegen frey in den Brunnen-Schacht, und fällt 4 Fuß über der Sohle desselben in einen aus 8 Zoll dicken Bohlen von Büchenholz verfertigten wasserdichten Boden, (um die schlechte von der reicheren Soole zu separiren), von wo sie durch drey über einander stehende Pumpen, deren Dimensionen in Tabelle VII. N°. 34. 36. 38. genau beschrieben und Fig. 27. 28. 29. gezeichnet sind, 5,8 Fuß über die Hängebank des Brunnens gehoben wird. Die Soole dieses Brunnens wird durch eine 2352 Fuß lange 5 Zoll weite Röhrenleitung nach dem Kunstthürmchen (welcher dicht an der Röhrenbrücke N. Fig. 30. liegt) geführt. Die Druckhöhe oder das Gefälle dieser Röhrenleitung (bestehet aus der Höhe, um wie viel der Soolkasten über die Hängebank höher als der Ausguß der Röhrenstrecke im Sumpf des Thürmchens liegt,) beträgt 3,85 Fuß.

Uebrigens drücken die Quellen die Soole des Brunnens beym Stillstand so in die Höhe, daß die Entfernung von der Hängebank bis zum Soolenspiegel nur 15 Fuß beträgt. Die bösen Wetter, deren besonders viele in diesem Brunnen vorhanden sind, werden durch die Wettermaschine herausgebracht. Wie die Einvorrichtung beschaffen ist, durch welche die Pumpen ihre Bewegung erhalten, ersiehet man deut-

deutlich aus der Zeichnung vom Brunnen-Geſtänge Fig 17 bis 29; auch wird §. 6. §. 22. N°. 21 bis 37 deren Einrichtung noch genauer aus einander geſetzt.

N°. 2. Der Rappards-Brunnen Fig. 30. iſt 1765 abgeteuft, und zwar 30 Fuß unterhalb der Hängebank. Vom Brunnenboden iſt noch ein Bohrloch 3 Zoll weit 185 Fuß abgeſenkt, ſo daß alſo der Brunnen eigentlich 215 Fuß mit Einſchluß des Bohrlochs abgebohrt iſt. Der Schacht iſt ganz und gleich weit verſchrotet, 12 Fuß im Viereck weit. Dieſe Soolquelle liefert jetzt nach der Annotation des Salinen-Inſpectors Krauſe pro Minute 2,4 Kubikfuß; nach der Annotation des Siede-Inſpectors Dunker vom Jahre 1796 bis 1799 pro Minute 1,129 Kubikfuß.

Wird der Brunnen anhaltend betrieben, und zu Sumpfe gehalten, ſo iſt die Soole 7,375 bis 8löthig; bey Stillſtänden iſt die Löthigkeit einige Tage lang 8,5 bis 8,25. Nach Procenten gerechnet iſt dieſe mittlere Soole des Rappards-Brunnens = 9,461löthig, und das ſpecifiſche Gewicht φ = 1,0689. Uebrigens iſt, wenn der Brunnen eine Zeitlang nicht zu Sumpfe gehalten wird, der Druck der Quellen ſo ſtark, daß derſelbe ſich bis 9,75 Fuß unter der Hängebank anfüllt. Die Förderung der Soole geſchieht durch zwey über einander geſtellte Saugpumpen, wie Fig. 22 und 23 des Brunnen-Geſtänges und die VIIte Tabelle, welche die Dimenſionen derſelben unter N°. 30. 31. 32. enthält, nachweiſen. Zu bemerken iſt nur noch, daß, wenn der Brunnen ſehr angelaufen iſt, und nun wieder zu Sumpfe gebracht werden ſoll, im oberen Satz noch eine 5 Zoll weite Pumpe angehängt wird.

Die geförderte Soole wird durch eine 828 Fuß lange Röhrenfahrt 3,5 bis 4 Zoll weit, nach dem Kunſtthürmchen an der Röhrenbrücke n. Fig. 30. geführt. Damit nun die Soole durch die Röhrenleitung gehörig abgeführt werden kann, ſo iſt die Druckhöhe von dem oberen Ausguß der Pumpen bis in die Mitte der Ausflußröhre der Röhrenſtrecke, welche die Soole vom Rappards-Brunnen nach dem Sumpf des Thürmchens bringt = 5,7 Fuß, oder die Röhrenleitung von 828 Fuß hat 5,7 Fuß Gefälle (Druckhöhe). Auf welche Art die Soolhebung aus dem Rappards-Brunnen geſchieht, erſieht man theils aus der Zeichnung vom Brunnen-Geſtänge Fig. 17 bis 23. theils wird dies noch §. 7. §. 22. N°. 21 bis 37. näher beſchrieben.

N°. 3. Das Bohrloch N°. 1 in Schulzens Wieſe Fig. 30. C, 3 Zoll im Durchmeſſer weit, und 252 Fuß von der Hängebank tief gebohrt, giebt im Durchſchnitt pro Minute 2 Kubikfuß 9,5löthige Soole. Nach Procenten gerechnet iſt die Soole dieſes Bohrlochs 11,101löthig, und das ſpecifiſche Gewicht derſelben iſt = φ = 1,08.

Das

Das Bohrloch wird mit zwey Handpumpen betrieben, deren Dimensionen in der VIIten Tabelle unter N°. 40 und 41 angegeben sind. Die erste, nemlich N°. 41, hebt die Soole 24 Fuß hoch aus einer kupfernen 60 Fuß langen Röhre [womit das Bohrloch auf diese Tiefe abgeschlossen ist, um den Zudrang wilder Wasser und armer Soole zu vermindern]; die zweite, N°. 40, bringt die Soole noch 12,45 Fuß höher, um sie durch eine 4 Zoll weite Röhrenleitung, welche 1113 Fuß lang ist, in einen Sumpf im Friedrich Wilhelms-Brunnen auszugießen, der 1,25 Fuß niedriger wie die Hängebank desselben liegt. Die 1113 Fuß lange Röhrenstrecke hat bey 4 Zoll weiten Röhren eine Druckhöhe von 6,01 Fuß. Im Friedrich Wilhelms-Brunnen wird diese Soole durch die Pumpen N°. 39. Tabelle VII und Fig. 27. nochmals 6,848 Fuß gehoben, und dem Thürmchen zugeführt. Zwey Mann betreiben dieses Bohrloch immerwährend; sie wechseln alle 8 Stunden mit frischen Leuten, und müssen in einer Stunde nach den Hubzähler 1200 Hube 0,75 Fuß lang, oder in einer Secunde 0,333 Hube machen. — Die Vorrichtung ist folgende: An einer Welle a Fig. 34. sind zwey kleine Arme ab = ac = 1,5 Fuß angebracht, worin 2 Kolbenstangen cm und bn eingehängt sind. In der lothrechten Linie a d e ist der Hebelsarm ad = 9,5 Fuß, woran 2 Mann arbeiten, und wo unten ein Schwungkolben gef angebracht ist, in der Welle a befestiget. Die Arbeiter bringen den Schwungkolben oder die Stange ad im mittleren Durchschnitt aus der lothrechten Lage in die Richtung ahi und aop, so, daß die Winkel pai = α = 30° und odnh = ad Bog. 30° = 9,5 Bog. 30° = 4,973 Fuß ausmacht. Die Geschwindigkeit des Pumpenkolbens in der Secunde ist also = 0,5 Fuß, wenn die des Schwungkolbens = 3,315 Fuß, und die Anzahl der Hube 20 in einer Minute beträgt. (§. 30. ist die Kraft berechnet, welche erforderlich ist, diese 2 Pumpen zu bewegen).

N°. 4. Die geförderte Soole aus dem Bohrloch N°. 1. Fig. 30. c. läuft also mit einem Gefälle von 6,01 Fuß mittelst einer 4 Zoll weiten Röhrenfahrt dem Friedrich Wilhelms-Brunnen zu, wird daselbst 5,80 über die Hängebank des Brunnens gehoben, und fließt mit der reichen Soole desselben gemeinschaftlich in einer 2352 Fuß langen, 5 Zoll weiten Röhrenfahrt mit einer Druckhöhe von 3,85 Fuß in den Sumpf des Kunstthürmchens an der Röhrenbrücke n Fig. 30. aus. Die Soole des Rappards-Brunnens fließt in eben den Soolkasten (oder Sumpf) des Kunstthürmchens mit einer 828 Fuß langen, 3,5 bis 4 Zoll weiten Röhrenfahrt und 5,7 Fuß Druckhöhe aus. Von diesem unteren Soolkasten des Kunstthürmchens wird die Soole nochmal 22,83 Fuß gehoben, und durch 2 Röhrenfahrten, jede 4 Zoll weit und 712 Fuß lang, in das Soolschiff N°. 1 geführt. Diese beiden 712 Fuß langen Röhrenfahrten haben eine Druckhöhe von 7,22 Fuß und resp. 5,95 Fuß.

Anmerkung. Wenn die arme Quelle des Wilhelms-Brunnens mitgenommen wird, so müssen im Kunstthürmchen 7,2 Kubikfuß Soole pro Minute gehoben werden, welche im Gemisch 8,312löthig, nach Procenten 9,8067löthig sind, und deren specifisches Gewicht 1,0713 beträgt. Wird aber die arme Quelle des Wilhelms-Brunnens nicht mitgenommen, so müssen in der Minute im Kunstthürmchen 5,4 Kubikfuß Soole gehoben werden, welche im Gemisch 8,833löthig, nach Procenten 10,38löthig ist, und deren specifisches Gewicht 1,0755 beträgt. Vom Jahre 1798 bis 1799, da der Rappards-Brunnen nur pro Minute 1,129 Kubikfuß Soole lieferte, und das Bohrloch No. 1. litt. c. Fig. 30. noch nicht betrieben wurde, gaben die 2 Brunnen nur pro Minute 3,929 Kubikfuß Soole, welche im Gemisch 7,95löthig, nach Procenten 9,406löthig war, und 6,562 Pfund rohes Salz im Kubikfuß lieferte. Das specifische Gewicht betrug $= \varphi = 1{,}068$, und der Kubikfuß Soole wog 69,747 Pfund.

No. 5. Das Bohrloch No. 2. Fig. 30. d. ist 240 Fuß tief abgebohrt, und 3 Zoll weit; selbiges wird noch nicht benutzt, gab aber pro Minute 3,529 bis 4 Kubikfuß $9\frac{1}{2}$löthige Soole, wenn eine kupferne Röhre 80 Fuß lang im Bohrloch herab gelassen war, um das Zudringen des wilden Wassers zu hindern, und die Soole beyläufig 20 Fuß unter der Hängebank des Bohrlochs in der Röhre abgehoben wurde.

§. 5.

Nur bey außerordentlich guter Gradirwitterung wird die arme Quelle des Friedrich Wilhelms-Brunnens mit benutzt; und alsdann ist der mittlere Gehalt der Soole $\frac{1.9{,}5+1{,}8.6{,}75.+2{,}4.8+2.9{,}5}{1+1{,}8\quad+2{,}4\quad+2} = 8{,}312$löthig, oder: es befinden sich in einem Kubikfuß roher Soole dieses mittleren Soolengehalts 6,861 ℔ rohes Salz, und der Kubikfuß dieser Soole wiegt 69,96 ℔.

Bey mittlerer Gradirwitterung wird der Rappards-Brunnen abwechselnd betrieben, die arme Quelle des Friedrich Wilhelms-Brunnens zu Tage gefördert und in die Werre gelassen. Der mittlere Soolengehalt ist alsdann $\frac{1.9{,}5+2{,}4.8+2.9{,}5}{1\quad+2{,}4\quad+2} = 8{,}833$löthig, oder: es befinden sich in einem Kubikfuß dieser Soole 7,2916 ℔ rohes Salz, und der Kubikfuß dieser Soole wiegt 70,237 ℔.

§. 6.

§. 6.

Das Brunnen-Gestänge Fig. 17 bis 29 wird durch ein Wasserrad betrieben, welches §. 18. §. 22. N°. 21 bis 37 näher beschrieben werden soll, und welches ebenfalls das Gradirgestänge in Bewegung setzt. Das Brunnengestänge ist 3058 Fuß lang, wird 637 Fuß durch 44 Pendelschwingen Fig. 31. 648 Fuß durch Knechte Fig. 33, und 1773 Fuß durch 86 Walzen Fig. 32. fortgeleitet. Das Gestänge bildet 7 sehr bedeutende Winkel, hat 3 horizontale Kunstkreuze, 2 große Werkstempel, 3 kleine Wendeböcke und 4 Balanciers. Das Kunstrad leidet von dem Aufstau der Werre und anderen Umständen Stillstände, und diese sind im Jahre sehr beträchtlich. Nach den Salzwerks-Annotationen findet man folgende Resultate.

Jahre.	Durch Stauwasser. Stunden.	Durch andere Hindernisse. Stunden.	Die Kunst hat überhaupt still gestanden. Stunden.	Jahre.	Durch Stauwasser. Stunden.	Durch andere Hindernisse. Stunden.	Die Kunst hat überhaupt still gestanden. Stunden.
1790	504	2373	2877	1796	110	750	860
1791	528	2273	2801	1797	155	763	918
1792	1581	760	2341	1798	447	953	1400
1793	167	1484	1651	1799	435	520	955
1794	808	1248	2052	1800	270	338	608
1795	468	3072	3540	1801	919	132	1051

Man rechnet überhaupt jährlich im Durchschnitt 1068 Stunden Stillstände, nemlich 852 Stunden durch Rückstau des Werrewassers, 96 Stunden Stillstände durch Brüche am Gestänge des Wasserrades u. s. w., 120 Stunden durch Loseisen des Wasserrades u. s. w.

Es muß also in 7692 Stunden die erforderliche Brunnensoole auf den ersten Gradirfall gefördert werden. Die Pumpen, welche diesen Effect hervorbringen, sind:

a. Im Friedrich Wilhelms-Brunnen für die reiche Quelle N°. 33. 35. 37. (Tabelle VII.)

b. In demselben Brunnen für die arme Quelle N°. 34. 36. 38. (Tab. VII.)

c. Im Bohrloch N°. 1. Im Bohrloch ſelbſt ſind 2 Pumpen N°. 40. (Tabelle VII.)
d. Im Friedrich Wilhelms-Brunnen, um die Soole dieſes Bohrlochs zu heben N°. 39.
e. Im Rappards-Brunnen die Pumpen N°. 30. 31. 32. (Tab. VII.)
f. Im Kunſtthürmchen die Pumpen N°. 27. 28. 29.

Die Umgänge des Kunſtrades ſind ſehr verſchieden geweſen.

Im Jahre	1795	in einer	Minute	8,25 Umgänge.
	1796	—	—	7,6 —
	1797	—	—	8,97 —
	1798	—	—	7,06 —
	1799	—	—	7,09 —
	1800	—	—	6,25 —

Von 1800 bis 1806 iſt gewöhnlich pro Minute 6,25 nach dem H zähler beobachtet.

Die geſchwindere oder langſamere Betreibung des Kunſtrades richtet ſich türlich nach der Menge Salz, welche geſotten werden mußte, wozu eine größere Q tität ſchlechtere Soole in den Jahren 1795 bis 1799 erforderlich war, um das Et quantum zu erfüllen, weil das Bohrloch N°. 1. Fig. 30. c. in Schulzens A damals noch nicht exiſtirte.

§. 7.

Die Gradirung geſchieht auf zwey Gebäuden. Das erſte iſt 1431 Fuß l und hat zwey Dornwände von 4 Fuß äquirter Stärke und 22 Fuß Höhe, alſo, jede Seitenfläche 31482 □Fuß enthält. Die Breite der Soolſchiffe iſt 19 Fuß, deren Tiefe 3 Fuß. Das ganze Gebäude hat 5 Abtheilungen.

Der erſte Fall iſt 394 Fuß lang, der zweite 329 Fuß, der dritte Fuß, der vierte 233 Fuß, der fünfte 199 Fuß. Das zweyte Gebäude, der Hochbau, iſt 400 Fuß lang. Daſſelbe hat 3 Dornwände, wovon 2 Stück 30 Fuß und 5 Fuß dick ſind; über dieſen beiden ſtehet eine dritte Dornwand 19,5 Fuß h 7 Fuß dick. Die ganze Gradirfläche dieſes Gebäudes beträgt 19800 □Fuß. einſeitige Gradirfläche beider Gebäude macht alſo 51282 □Fuß aus.

Das Soolſchiff unter der oberen Dornwand des Hochbaues iſt 14,33 F das untere aber 33 Fuß breit; jedes iſt 12 Zoll tief. Unter dem Hochbau befindet ein Reſervoir von 400 Fuß lang, 40 Fuß breit, 12 Fuß tief, welches aber

10,5 Fuß hoch voll Soole gelaſſen werden kann, um darin ſolche Soole, welche noch nicht zur Siedewürdigkeit veredelt iſt, und wegen Mangel an Raum nicht in den Soolſchiffen gelaſſen werden kann, aufzubewahren. Die erſte Tabelle verſchaft von den Soolſchiffen und Reſervoirs der Neuſalzwerker Saline die gehörige Ueberſicht.

Das rohe Soolenquantum wird in das Gradirſchiff N°. 1. geführt, auf die 5 erſten Fälle erhoben, nach geſchehener Tröpfelung in das Transport-Reſervoir N°. 8. unter dem Hochbau geleitet, und auf den 6ten Fall dieſes Baues erhoben. Nach geſchehenem Fall wird, nach Beſchaffenheit der Löthigkeit, ſelbige entweder zur Siedung geleitet, oder im Siede-Reſervoir N°. 9. Tabelle 1. aufbewahrt. Zu bemerken iſt noch, daß der Hochbau, welcher den ſechſten Fall mit ausmacht, zum Zugutmachen der im Behälter [N°. 8. Tabelle I.] geſammleten Soole gebraucht wird. Die Gradirung wird das ganze Jahr hindurch betrieben; und wenn im Winter beym ſtarken Froſt die Tröpfelung einfriert, ſo wird, ſo viel es ſich thun läßt, Eisgradirung gemacht.

Der Effect der Gradirung iſt natürlich für jeden Fall, und auch für jedes Jahr, verſchieden, wie dies aus der zweyten Tabelle, ſehr deutlich erhellet. Zur Gradirung ſind immerwährend 21 Pumpen in Bewegung, welches man aus Tabelle VII. und der Zeichnung des Gradir-Geſtänges Fig. 1 bis 16 erſehen kann; nemlich der erſte Fall hat die Pumpen N°. 1. 2. 3. 4., der zweyte hat die Pumpen N°. 5. 6. 7., der dritte N°. 8. 9., der vierte N°. 10. 11. 12., der fünfte N°. 13. 14., der unterſte Fall des Hochbaues N°. 15. 16. 17., der oberſte Fall des Hochbaues N°. 18. 19. 20. 21. — Ueberdem befinden ſich noch fünf Pumpen am Hochbaue; davon hebt N°. 22. die Soole aus dem Behälter N°. 9. Tabelle I.; N°. 23. heißt die Spiegelpumpe, und hebt die Soole aus N°. 7. Tab. I.; N°. 24. iſt eine Interimspumpe, und hebt die Soole ebenfalls aus N°. 7. Tab. I.; N°. 25 und 26 heben aus dem Behälter N°. 8. Tab. I. — Außerdem befindet ſich noch auf dieſer Stelle eine Transportpumpe vom fünften Gradirfall.

Wie viel Soole pro Minute bey gewöhnlicher Gradirwitterung auf jeden Fall kommt, iſt ebenfalls ſehr verſchieden, hängt beſonders von der Gradirwitterung und von den Umgängen des Kunſtrades, welches ſowohl das Gradir- als Brunnen-Geſtänge bewegt, und von andern phyſiſchen Umſtänden ab. (Tabelle II.)

Nach den Salzwerks-Annotationen hat das Kunſtrad (wie ſchon §. 6. erwähnt iſt) vom Jahr 1795 bis 1800 verſchiedene Umgänge (z. B. 6,25 bis 8,97), welches der Hubzähler am Kunſtrade genau nachweiſet.

Wie die Gradirung im Jahre 1796. 1797. 1798. 1799. geſchehen iſt, ſolches weiſet Tabelle II. nach. Ueberdem verlieren die Pumpen wenigſtens $\frac{1}{3}$ derjenigen

Soolmenge, welche heraus kommt, wenn man den Queerschnitt des Stiefels mit dem Kolbenhub multiplicirt, welches seinen Grund theils in der fehlerhaften Einrichtung, theils darin hat, daß sich der Ocker sehr stark in den Röhren und Kolben ansetzt. (Tabelle II. ist dies alles sehr übersichtlich dargethan.)

Die Brunnensoole ist nach einer 9jährigen Fraction bis zu 16,943 Loth gradirt, giebt nach Procenten 18,686löthige Soole, deren specifisches Gewicht 1,136 beträgt, wovon der Kubikfuß 13,987 ℔ Salz enthält und 74,188 ℔ wiegt. Die gemischte rohe Brunnensoole (§. N°. 4. Anmerkung) ist also von 8,812 oder auch 8,833löthig zu 16,943löthig veredelt worden, oder die Veredlung der Soole hat durch die Gradirung 8,631 oder 8,11 Loth betragen.

Der Salzverlust, welchen die Gradirung verursacht, beträgt beyläufig dreyßig Procent.

Anmerkung. Nach Herrn Rath Langsdorffs weitere Ausführung der Salzwerkskunde 4ter Theil pag. 99 ist, wenn R = den Salzrest, welcher nach der Gradirung zurück bleibt, u = die Löthigkeit nach Procenten derjenigen Soole, welche auf das Gradirhaus gebracht wird, λ = die Löthigkeit nach Procenten derjenigen Soole, welche auf dem Gradirhaus zurückbleibt, π = den Exponenten des Salzverlustes bezeichnet, $R = \left(\frac{u}{\lambda}\right)^{\frac{\pi}{1-\pi}} \cdot \left(\frac{28-\lambda}{28-u}\right)^{\frac{1}{2}}$. Den Exponenten π bestimmt derselbe durch Versuche, und findet, daß selbiger unter einigen Umständen = 0,4, unter anderen = 0,2 seyn könne, welche man als die Gränzen anzusehen hat, zwischen denen in den meisten Fällen der Ausübung der wahre Werth liegt. Je günstiger die Lage der Gradirung, und alle Dinge, die darauf würken können, sind, desto kleiner wird π; je ungünstiger, desto größer wird π. Für die Neusalzwerker Saline wollen wir vorläufig $\pi = 0{,}2$ also $\frac{\pi}{1-\pi} = \frac{1}{4}$ setzen, folglich $R = \sqrt[4]{\left(\frac{u}{\lambda}\right)} \cdot \left(\frac{28-\lambda}{28-u}\right)^{\frac{1}{2}}$, also (nach §. 4. Nr. 4. Anmerkung und §. 7. zuletzt) ist $R = \left(\frac{10{,}38}{18{,}686}\right)^{\frac{1}{4}} \left(\frac{28-18{,}686}{28-10{,}380}\right)^{\frac{1}{2}} = 0{,}6267$. Wenn also die Soole nach Kubikfuß, welche auf die Gradirung im ganzen Jahre gefördert ist, = 1 gesetzt wird, so sind $1 - 0{,}6267 = 0{,}3733$, das heißt, 37,33 Procente verdunstet. Nach einer zweyten Rechnung, welche Herr Langsdorff in demselben Bande Seite 103 führt, würde der Salzrest

$$R = \left(\frac{\lambda}{u}\right)^{\left(\frac{2}{3} - \frac{\pi}{1-\pi}\right)} = \frac{5685}{11280}\left(\frac{18{,}686}{10{,}38}\right)^{\left(\frac{2}{3} = \frac{0{,}2}{1-0{,}2}\right)}$$

$$= \frac{5685}{11280}\left(\frac{18{,}686}{10{,}380}\right)^{1\frac{1}{2}} = 0{,}64384,$$ also die Verdunstung $1 - 0{,}64384 = 0{,}35616$ oder 35,616 Procent betragen (wo unter R der Salzrest zu verstehen ist, welcher durch die

die erste Formel $R = \sqrt[3]{\left(\frac{u}{\lambda}\right)^2 \left(\frac{28-\lambda}{28-u}\right)^{\frac{1}{2}}}$ gefunden wird). Nach einer dritten Rechnung desselben Bandes Seite 104 setzt Herr Langsdorff $\frac{2}{3} - \frac{\pi}{1-\pi} = \frac{1}{3}$ also der Salzrest $= R\left(\frac{\lambda}{u}\right)^{\frac{1}{2}} = \frac{5685}{11280}\left(\frac{18,686}{10,38}\right)^{\frac{1}{2}} = 0,6762$, also die Verdunstung $1 - 0,6762 = 32,38$ Procent, wofür ich nach einem mittleren Durchschnitt und der bekannten Erfahrung 30 Procent annehme.

Das Gradirgestänge Fig. 1 bis 16 wird durch ein Wasserrad betrieben, welches §. 18. §. 22. N°. 1 bis 21 näher beschrieben werden soll, und welches (wie schon §. 6. erwähnt ist) auch das Brunnen-Gestänge bewegt. Das Gradirgestänge ist 1160 Fuß lang, wird auf 69 Walzen fortgeschoben, und stehet in Verbindung mit 10 Kunstkreuzen, 1 Wendebock und 1 Werkstempel.

§. 8.

In dem unteren Schiff des Hochbaues befindet sich ein Abschlag von 40 Fuß Länge, 38 Fuß Breite, und beyläufig 1 Fuß Höhe; hierin wird die zum Versieden bestimmte Soole aus dem Behälter N°. 9. Tab. I. gehoben, und durch Röhrfahrten, deren Durchmesser 0,25 Fuß ist, den Pfannen auf eine Länge von 150 bis 240 Fuß zugeführt, und zwar mit 3,12 bis 4,89 Fuß Druckhöhe. Solcher Pfannen giebt es sieben, die in besonderen Kothen oder Siedehäusern angelegt sind. Die Einrichtung ist darin allemal so gemacht, daß die Siede-Kammer unmittelbar an die Trocken-Kammer stoßt, daß von letzterer das Salz auf dem Boden getragen und von da nach den unten befindlichen Magazinen durch Röhren geschüttet wird, die übrigens ihre besonderen Eingänge von außen haben. Als Brennmaterialien bedient man sich bey der Salzfabrikation der Steinkohlen, welche von der Böhlhorst 2 Meilen davon zur Axe, oder vom Süldbecker Kohlenrevier 4 Meilen, theils zu Wasser, theils zu Lande, angefahren werden. Sechs Pfannen sind 32 Fuß lang, 18 Fuß breit und 16 Zoll hoch; jede enthält 576 □Fuß, und wird nur $15\frac{1}{2}$ Zoll hoch voll Soole gelassen, macht 744 Kubikfuß. Die siebente Pfanne ist 28 Fuß lang, 18 Fuß breit, 16 Zoll hoch; hält 504 □Fußfläche, und nimmt, wenn sie $15\frac{1}{2}$ Zoll hoch voll Soole gelassen wird, einen Raum von 651 Kubikfuß ein. Die Pfannen sind aus Eisenblech verfertiget, wovon jedes Stück 25 Zoll lang, 21 Zoll breit ist, und wiegt jedes 24 bis 30 ℔. Die Bordtafeln sind 40 Zoll lang, 19 Zoll breit, und wiegt jede 54 bis 56 ℔. Zu einer Pfanne gehören 36 Stück Bordtafeln, 210 Stück Bodentafeln und 6098 Niethnägel, à $\frac{1}{3}$ ℔. Die 246 Stück Tafeln wiegen

gen 7600 ℔. Die Heerde haben 9 Fuß lange und 7 Fuß breite Feuerſtellen, welche mit geſchmiedeten eiſernen 1,5 Zoll dicken und 1 Zoll breiten Roſtſtäben belegt ſind. Der Abſtand der Roſte von den Pfannen beträgt 22 bis 23 Zoll. Die Heerde ſind mit Cirkulirzügen verſehen, wovon der Hauptzug durch die Trocken-Kammer am Boden geleitet iſt, um dieſe zu erwärmen und ſo den Rauch durch den Schornſtein abzuführen. Unter dem Heerde ſind ſogenannte Windzüge gewölbt, damit die Luft hinzutreten kann, und um die durch den Roſt fallende Aſche wegzubringen. Die Schornſteine ſtehen halb in den Trocken-Kammern, halb in den Magazinen, und ſind in letzteren mit gegoſſenen Platten verſehen, um auch da noch auf die Austrocknung des Salzes zu würken. Das Sieden in den ſechs großen Pfannen dauert, wenn die Soole ihr etwas mäßiges Gehalt von 16,983 Loth, nach Procenten 18,686 Loth hat, 12 bis 13 Stunden, das Brodden erfordert aber 72 Stunden. Jede der ſechs Pfannen liefert nach Abzug der Leccage 174 Berliner Scheffel oder 2 Laſt 54 Scheffel magazinmäßiges Salz, hingegen die ſiebente Pfanne 2,5 Laſt. Dieſe letztere erfordert auch nur 11,5 Stunden zum Sieden und 60 Stunden zum Brodden. Nach der Erfahrung gehen inclusive der Leccage 18,5 Procente Soole bey der Siedung verlohren. An grauem und ſchwarzem Salz fallen bey jeder Pfanne ab 0,653 Procent (d. h. pro Werk), an Pfannenſtein 250 ℔, an Mutterlauge (immer pro Werk) 19 Kubikfuß. Der Verbrand an Steinkohlen beträgt für die Laſt beym Sieden des feinen Salzes 33 Balgen, beym Brodden 22 Balgen, im Ganzen 55 Balgen. Zum grobkörnichten Salze werden für die Laſt 33 Balgen zum Sieden, und zum Brodden 27 Balgen, im Ganzen 60 Balgen gerechnet. Das Siedeloth iſt bekanntlich 16,943, nach Procenten 18,686 Loth. Es ſind alſo in einem Kubikfuß 13,937 ℔ Salz enthalten, indem derſelbe 74,188 ℔ wiegt, und deſſen ſpecifiſches Gewicht 1,136 ausmacht.

§. 9.

Sonſt war das zu ſiedende Etatsquantum:

1. Für das Fürſtenthum Minden und die Grafſchaft Ravensberg		556 Laſten
2. Für die Grafſchaft Tecklenburg	— —	66 —
3. Für die Obergrafſchaft Lingen 26, und für die Nieder-Grafſchaft Lingen 54 Laſt, zuſammen	— —	80 —
4. Für Oſtfriesland	— — —	650 —
5. Für die Ausländer	— — —	102 —
	Summa	1454 Laſten Salz.

Nach

Nach der jetzigen Einrichtung sollen aber gesotten werden:

1.	1391 Lasten ordinaires Salz	pro Last 60 Scheffel	à 64 ℔	=	5341440 ℔
2.	75 — grobkörnichtes Salz	— 60 —	à $66\frac{2}{3}$ —	=	300000 —
	1466 Lasten, und diese wiegen	—	—	=	5641440 ℔

Die zweyte Tabelle weiset den Effect des Salzwerks in den Jahren 1795 bis 1799 genau nach.

§. 10.

Mit Hülfe der zweyten Tabelle ist man völlig im Stande, über die Gewinnung der Brunnensoole, die Gradirung und Siedung zu urtheilen.

N°. 1. Man findet in der letzten Columne dieser Tabelle, daß der Verlust an Salz, welcher durch die Fabrication, von der rohen Brunnensoole an bis zum magazinmäßigen Salz, bey der im Gemisch 7,95 Loth enthaltenden Brunnensoole in den Jahren 1796 bis 1799 entstanden ist, 48,17. 48,23. 44,46. und 56 Procent betragen hat. Bey der im Gemisch 8,312 Loth enthaltenden Brunnensoole findet sich dieser Verlust 48,5 Procent [nach der Angabe des Salinen-Inspectors Krause].

N°. 2. Da nun 5641440 ℔ magazinmäßiges Salz jährlich erforderlich sind, um 1466 Lasten Salz zu erhalten, so müssen

$$\frac{48{,}5}{51{,}5} \cdot 5641440 + 5641440 = 5312812 + 5641440 = 10954252$$

Pfund Salz aus dem Rappards- und Friedrich Wilhelms-Brunnen, und aus dem Bohrloch N°. 1. Fig. 30. c. in Schulzens Wiese geschaft werden.

N°. 3. Nun enthält der Kubikfuß 8,312löthige rohe Soole (nach §. 5.) 6,861 ℔ Salz; folglich müssen die zwey Brunnen und das Bohrloch liefern $\frac{10954252}{6{,}861}$ = 1596590 Kubikfuß rohe Soole.

N°. 4. Nun sind im Jahre 1068 Stunden Stillstände (§. 6.); folglich müssen in 7692 Stunden = 461520 Minuten 1596590 Kubikfuß Brunnen-Soole gefördert werden, macht pro Minute $\frac{1596590}{461520}$ = 3,459 Kubikfuß, welches seine Richtigkeit hat, weil die arme Quelle des Wilhelms-Brunnens sonst gar nicht gebraucht, und ebenfalls der Rappards-Brunnen selten betrieben wird, sondern das Bohrloch N°. 1 und die edlere Quelle des Friedrich Wilhelms-Brunnens, und diese geben pro Minute 3 Kubikfuß. Ferner wird die Richtigkeit dadurch constatirt, daß man in den Jahren 1796 bis 1799 nur 3,929 Kubikfuß 7,95löthiger

ger Soole hatte, worin 6,562 ℔ Salz pro Kubikfuß enthalten war, und daß man demnach im Jahre 1796 1565 Last Salz gesotten hat.

N°. 5. Nach §. 7. gehen verlohren auf der Gradirung dreyßig Procent Soole, folglich gehen $\frac{30}{100} \cdot 1596590 = 478977$ Kubikfuß, worin 3286261 ℔ Salz enthalten sind, verlohren; oder auf den Quadratfuß Gradirung $\frac{478977}{51282} = 9{,}34$ Kubikfuß rohe Soole.

N°. 6. Die gesättigte Soole ist 27,92löthig, nach Procenten 28,433löthig; ihr specifisches Gewicht beträgt 1,2069; in einem Kubikfuß dieser Soole sind 23,048 ℔ Salz enthalten, und er wiegt 78,818 ℔.

N°. 7. Um nun zu erfahren, wie viel Kubikfuß 16,943löthiger Siede-Soole zu einer Last Salz erforderlich sind, hat man zu bedenken, daß, wenn überhaupt 10954252 ℔ von 8,313löthiger Brunnen-Soole (wovon der Kubikfuß 6,861 ℔ Salz enthält) erforderlich sind, um 1466 Lasten Salz zu erhalten, und wenn davon 3286261 ℔ verdunsten, alsdann noch 7667991 ℔ Salz übrig bleiben. Diese haben aber nach der Gradirung eine Löthigkeit von 16,934, und in einem Kubikfuß dieser gradirten Soole sind 13,987 ℔ Salz enthalten; folglich werden zu 1466 Lasten $\frac{7667991}{13{,}987} = 548222$ Kubikfuß, und für die Last Salz $\frac{548222}{1466} = 374$ Kubikfuß 16,943löthiger Siede-Soole erforderlich seyn.

Anmerkung. Man hätte diese Aufgabe leichter lösen können. Eine Last Salz wiegt im Gemisch grob- und feinkörnicht 3848 Pfund; 18,5 Procent gehen bey der Siedung inclusive Leccage verlohren, es werden also zu einer Last Salz

$3848 + \frac{18{,}5}{51{,}5} \cdot 3848 = 3848 + 1382 = 5230$ Pfund Salz erforderlich seyn, wo der Kubikfuß Soole 13,987 Pfund Salz enthält; oder: es sind zu einer Last Salz erforderlich $\frac{5230}{13987} = 374$ Kubikfuß.

N°. 8. In 42 Wochen = 294 Tagen = 7056 Stunden werden diese 1466 Last Salz gesotten, wobey noch zu bemerken ist, daß 7 Tage erforderlich sind, um in einer großen Pfanne 3 Lasten grobkörnichtes Salz zu sieden. Die dritte Tabelle giebt eine vollständige Uebersicht von der Siedung.

§. 11.

§. 11.

Das Salz wird nach der Siedung mit Körben in die Trocken-Kammer getragen, und aus einer Pfanne erhält man pro Werk 240 Körbe, also für 6 Pfannen 1440 Körbe. Für die siebente Pfanne erhält man 205 Körbe. Ein Theil des Salzes wird in Tonnen gepackt und nach Ostfriesland oder zum auswärtigen Debit geschickt. Zu einer Last Salz rechnet man 12 Tonnen. Die Tonnen sind mit den Kimmen 28 Zoll lang, ohne die Kimmen 25 Zoll; die Bodenweite ist 22 Zoll; die Spundtiefe im Lichten 25 Zoll. Es enthält daher eine Tonne an Raum 6,181 bis 6,511 Kubikfuß. In jeder Tonne werden fünf Scheffel (à 3059 Kubikzoll) feines Salz gepackt, welches mit hölzernen Stempeln eingestampft wird, damit 8,852 Kubikfuß loses Salz in einer Tonne Raum haben, die nur 6,181 bis 6,511 Kubikfuß enthält. Das grobkörnichte Salz wird nicht gestampft.

§. 12.

Das Personale des Salzwerks bestehet aus einem Siede-Inspector, einem Salinenbau-Inspector, einem Rendanten, einem Kockturschreiber [diese machen das Salzamt aus], einem Gradirmeister, einem Brunnenmeister, einem Kunstwärter, vier Gradirern und einem Siedemeister, vier und zwanzig Salzsiedern (Stökern), zwey Gehülfen, einem Schmiedemeister, drey Gesellen, vier Gehülfen, einem Maurermeister, einem Handlanger, einem Karrenführer, einem Auflader, einem Nachtwächter, einem Wehraufseher. Im ganzen 52 Personen.

§. 13.

Das Salz wird nach sehr verschiedenen Preisen verkauft; es läßt sich daher jährlich keine ganz bestimmte Einnahme feststellen. Beyläufig kann man nachstehende Uebersicht dafür ansehen:

Das Fürstenthum Minden und die Grafschaft Ravensberg consumiren 556 Lasten, à 90 Rthl. — —	50040 Rthl.		
Die Grafschaft Tecklenburg 66 Lasten, à 59 Rthl. 4 ggr.	3905 —		
Die Ober- und Niedergrafschaft Lingen 80 Last, à 55 Rthl. 10 ggr. 3 pf. — — —	4434 —	4 ggr.	
An Ausländer 114 Lasten Salz, à 90 Rthl. —	10260 —		
Ostfriesland erhielt wegen ganz besonderer Vergünstigung die Last Salz incl. Transport bis Ostfriesland für 61 Rthl., also für 650 Last — —	39650		
Summa	108289 Rthl	4 ggr.	

§. 14.

Die Unkosten, welche bey der Saline Neusalzwerk jährlich nach einem Durchschnitt von 5 Jahren vorkommen, sind:

Nr.		Rtl.	ggr.	pf.	Rtl.	ggr.	pf.
	Siedekosten:						
1	Für Bölhorster Steinkohlen —	11629	19	8			
2	— Land- und Schiff-Fracht derselben —	4896	19	11			
3	— Hessische Steinkohlen —	63	19	11			
4	— Holz zum Sprengen und Aufsetzen —	82	19	11			
5	— Stroh zu eben dem Behuf —	78	11	3			
6	— Deputatholz — —	135	6	—			
7	An Salzsieder-Lohn — —	2543	13	4			
8	— Pferde- und Knechte-Lohn —	230	16	—			
9	Für Thon, Kett und Pfannenbier —	621	21	9			
10	— Pumpenleder, Heede, Moos u. s. w.	136	5	3			
11	— Salzkörbe und deren Reparatur —	467	19	9			
12	— Pfannenblech und ander Eisen —	3251	8	4			
13	An Schmiede- und Gesellen-Lohn —	941	1	6			
14	— Maurer-Lohn — —	108	—	—			
					25187	13	10
	Kosten für den Salzdebit nach Ostfriesland und anderen Orten:						
15	An Salz-Tonnen — —	5614	8	7			
16	Für Nägel zu den Tonnen — —	104	12	5			
17	— Packen und Zumachen —	392	7	4			
18	— Sackgelder — —	565	14	11			
19	— Transport des Salzes nach den Gelegenen — —	2802	16	1			
	Latus	9479	11	4	25187	13	10

Nr.

Nr.		Rthl.	ggr.	pf.	Rthl.	ggr.	pf.
	Transport	9479	11	4	25187	13	10
20	Für Schiffsfracht bis Wegesack —	4242	18	4			
21	An Speditionsgebühren nach Ostfriesland	204	13	6			
22	— Schiffsfracht bis Emden —	630	—	—			
23	— Speditionsgebühren bis Lingen —	25	—	—			
24	Für Speichermiethe — —	30	—	—			
25	— Hannoversche Zölle — —	450	4	10			
	Kosten des Debitwesens	—	—	—	15062		
26	Baukosten — — —	13456	13	1			
					13456	13	1
	Salaria und Extraordinaria:						
27	Für Salaria an Kockturbediente —	2506	9	9			
28	Schreib-Materialien und Lichtgelder —	68	—	—			
29	Salaria verschiedener anderer Officianten —	1269	20	6			
30	Für Faktorey-Gebühren — —	1131	6	7			
31	An verschiedene Kassen — —	3450	3	4			
32	Extraordinaria — —	966	10	8			
	An Salaris und Extraordinaris —				9392	2	10
	Summa aller jährlichen Ausgaben der Neusalzwerker Saline —	—	—	—	63098	5	9

§. 15.

Die Einnahme des Salzwerks kann also beyläufig zu 108289 Rthl. 4 ggr. und die Ausgabe zu 63098 Rthl. 5 ggr. 9 pf. angenommen werden, so daß also der reine Ertrag ebenfalls nur beyläufig 45190 Rthl. 22 ggr. 3 pf. beträgt, der sich aber natürlich nach Maaßgabe der Preise bedeutend ändert, und um 5000 Rthl. und mehr jährlich geringer seyn kann.

§. 16.

Das Kunstrad, welches nach der Zeichnung q Fig. 30. vorgerichtet ist, und das Brunnen- und Gradirgestänge in Bewegung setzt, erhält sein Aufschlag-Wasser durch den Kanal uspq Fig. 30., und dieser wieder aus der Werre. Damit das Wasser dem Kunstkanal zufließe, ist queer durch das Flußbette der Werre bey t Fig. 30. ein großes Wehr von Faschinen angelegt, dessen Gefälle vom Ober- zum Unterwasser 9,89 Fuß beträgt, wenn sich auf dem Scheitel des Wehrs 1,09 Fuß Wasser befindet, und auf dem Fachbaum der Einlaß-Schleuse s Fig. 30. 5,05 Fuß Wasser stehet.

Diese Einlaß-Schleuse s dient dazu, um nur eine bestimmte Wassermenge durch den Kunstkanal uspq zu lassen, und bey Eisgängen und hohen Wasserfluthen ihn ganz oder zum Theil zu verschließen. Außer dem Wasser, welches das Kunstrad gebraucht, muß der Kanal uspq auch noch dasjenige Wasser liefern, welches erforderlich ist, um bey q eine Mahl- oder Getraide-Mühle von zwey Gängen zu betreiben.

Zur bessern Uebersicht theile ich die vierte Tabelle mit. Zu einer noch vollkommenern Uebersicht des Ganzen führt die fünfte Tabelle, welche ein Nivellement der Werre, des Kunstkanals und mehrerer merkwürdiger fester Puncte der Saline, auf Eine Horizontal-Linie bezogen, enthält.

§. 17.

Aber nicht alles Wasser des Kunstkanals uspq Fig. 30. fließt der Kunst-Schleuse q zu, sondern 15 Ruthen oberhalb derselben liegt ein Faschinen-Wehr r, welches eine solche Höhe hat, daß, wenn das Wasser auf dem Fachbaum der Kunstschleuse q fünf Fuß stehet, es alsdenn über den Scheitel des Faschinen-Wehrs abzufließen anfängt. Dieses Wehr hat vom Ober- zum Unter-Wasser 10,76 Fuß Gefälle, wenn das Wasser einen Fuß auf dem Scheitel des Wehrs steht. Ist also der Wasserstand auf dem Fachbaum der Kunstschleuse q höher als fünf Fuß, so fließt es

über

über das Faſchinenwehr r ab. In der ſechſten Tabelle und §. 29. wird umſtändlich gezeigt, wie viel Aufſchlag-Waſſer unter gewiſſen Umſtänden der Betrieb der Brunnen, der Gradirung und der Getraidemühle von 2 Gängen erfordert.

§. 18.

Wir gelangen jetzt zur Beſchreibung des Kunſtrades, und zur Ausmittelung der Kraft, welche am Stoßpunct deſſelben würken muß, um die würkliche Laſt [welche §. 22. 23. berechnet iſt] zu überwinden.

N°. 1. Das Gerinne des Kunſtrades iſt ein Schnurgerinn und 16 Fuß vom Fachbaum bis unter der Axe des Rades lang.

N°. 2. Auf dieſe Länge hat das Schnurgerinn 3,175 Fuß Gefälle.

N°. 3. Von der Axe des Kunſtrades bis ans Ende des Untergerinnes ſind noch 58 Fuß.

N°. 4. Auf dieſe Länge hat das Untergerinne 0,745 Fuß Gefälle.

N°. 5. Die Breite des Gerinnes iſt 9,5 Fuß, und Fig. 35. gleich unter dem Kunſtrade A eine Verbauung BCDE angebracht, welche die Mahlmühle, die dicht über dem unteren Theil des Kunſtgerinnes erbauet iſt, trägt. Die Kränze OP und QB des Kunſtrades liegen ebenfalls nicht mit der Richtung des Untergerinnes in einer Vertical-Ebene, ſondern daſſelbe hat gleich unterhalb dem Rade eine Bricole NCEG.

N°. 6. Die Breite der Schützöffnung NML Fig. 35. wird durch eine dazwiſchen geſetzte Griesſäule M in zwey gleiche Theile getheilt, wovon jeder 4,25 Fuß breit iſt.

N°. 7. Das Kunſtrad A Fig. 35 und 36 A iſt ein ſogenanntes Straubrad; der Durchmeſſer deſſ lben von einer Endſchaufel bis zur andern iſt 20 Fuß; der mechaniſche Halbmeſſer aber nur 9,5 Fuß; Schaufeln hat es 28 Stück; jede Schaufel iſt 9 Fuß lang, 1,334 Fuß hoch; der Spielraum des Rades unter der Axe zwiſchen dem Gerinneboden und den Endſchaufeln beträgt 0,25 Fuß; die Breite der Seiten-Spielräume [das heißt, wenn man ſich den Zwiſchenraum zwiſchen zwey Vertical-Ebenen, eine an der Seitenwand, die andere an der äußern Seite der Kränze des Waſſerrades gedenkt] beträgt an jeder Seite = 0,25 Fuß. An jedem Ende der Waſſerrads-Welle befindet ſich ein Krummzapfen, welcher aus gegoſſenem Eiſen angefertiget iſt, und einen Bug von 1,5 Fuß hat; jedoch ſind die Krummzapfen ſo eingeſetzt, daß ihre Warzen unter einem Winkel von 90 Grad gegen

einan-

einander gestellt sind, so also, daß immer die eine vertical unter oder über der Axe stehet, indeß sich die andere mit der Axe in gleicher Höhe befindet.

N°. 8. Die mittlere Umdrehungs-Zahl des Kunstrades, wenn an das Gradir- und Brunnengestänge alle in der VIIten und VIIIten Tabelle beschriebene hebende und schiebende Pumpen gehängt sind, beträgt in der Minute 6,25.

N°. 9. Der Umfang des Kunstrades beträgt daher $2\pi R = 2 . 3{,}14159 . 9{,}5 = 59{,}69$ Fuß.

N°. 10. Die Zeit, in welcher das Kunstrad einen Umgang macht, ist also 9,6 Secunden.

[In 9,6 Secunden geschieht also ein Kolbenspiel, nemlich in 4,8 Secunden ein Hub, und in 4,8 Secunden ein Schub. Ich werde §. 19. No. 7. litt. c. und §. 21. die Ursachen angeben, warum das Kunstrad keinen gleichförmigen Gang hat, dergestalt, daß in 6,1 Secunden die eine Hälfte des Rades umschwingt, während die andere Hälfte nur 3,5 Secunden dazu braucht.]

N°. 11. Die Geschwindigkeit des Stoßpuncts am mechanischen Halbmesser des Rades, woran die bewegende Kraft wirkt, ist in einer Secunde

$$\frac{2\pi R n}{60} = \frac{2 . 3{,}14159 . 9{,}5 . 6{,}25}{60} = 6{,}2118 \text{ Fuß.}$$

§. 19.

Nach Herrn Professor Gegners Theorie des Wasserstoßes im Schußgerinne und nach Herrn Rath Langsdorfs Maschinenlehre 2ter Band Seite 110 ist der Stoß, welchen die Schaufeln des unterschlächtigen Rades, das in einem Schnur-Gerinne hängt, und dessen Spielraum zwischen dem Rade und Gerinneboden höchstens 3 Zoll ist, empfangen, $= K = \frac{M - \Sigma}{2g}(c - v) - \pi$

[wenn $M =$ die Wassermenge, welche in einer Secunde durch die Schützöffnung stürzt, $\Sigma =$ die Wassermenge, welche in eben der Zeit durch die unvermeidlichen Spielräume des Rades verlohren gehet, $g =$ die Höhe des freyen Falles eines schweren Körpers in der ersten Secunde $= 15{,}625$ Fuß, $c =$ die Geschwindigkeit des an die Schaufeln anschlagenden, nicht aus der Schützöffnung stürzenden Wassers, $v =$ die Geschwindigkeit des Rades am Stoßpunct des mechanischen Halbmessers, $\pi =$ die Stauung, welche das Wasserrad im Hinterwasser erfährt, bedeutet.]

Um nun diese Formel auf unterschlächtige Räder, die in einem Schnur-Gerinne hängen, anzuwenden, dient folgende Betrachtung:

N°. 1.

N°. 1. Nach meinen Beyträgen zur allgemeinen Wasserbaukunst 1ster Band [oder: ausführliche Beschreibung der großen und zahlreichen hydrometrischen Versuche, welche in der Weser und Werre, hauptsächlich im Bezirk des Fürstenthums Minden, zur Bereicherung und Berichtigung der hydrotechnischen Wissenschaften angestellt sind; nebst einer Kritik der bisher in der Strombaukunst gangbarsten Theorieen und Grundsätze] §. 101. N°. 2. ist die Wassermenge, welche durch die Schützöffnung strömt $= M = \gamma b e \sqrt{(H - \frac{1}{2} e)}$ und also die Geschwindigkeit des Wassers in der Schützöffnung $= C' = \gamma \sqrt{(H - \frac{1}{2} e)}$. Nemlich es bezeichnet $M =$ die Wassermenge, $\gamma =$ den Contractions-Coefficienten. [Siehe meine Beyträge, 1ster Band Tabelle XXIX.] $b =$ die Breite der Schützöffnung, $e =$ die Höhe der Schützöffnung, $H =$ die Höhe des Wasserstandes auf dem Fachbaum.

N°. 2. Die Geschwindigkeit des an die erste Schaufel des unterschlächtigen Rades anschlagenden Wassers ist $C = \gamma (H + \mathfrak{H} - h)^{\frac{1}{2}}$ [meine Beyträge, 1ster Band §. 101. N°. 3] wenn $\gamma =$ den Contractions-Coefficienten bezeichnet, $H =$ die Höhe des Wasserstandes auf dem Fachbaum $=$ a$\mathfrak{d}$ Fig. 36, $\mathfrak{H} =$ das Gefälle ab auf die Länge des Schnur-Gerinnes ac Fig. 36, $h =$ die Wasserhöhe im Schnur-Gerinne, da, wo der Wasserstrahl noch nicht durch den Stoß des Wassers auf der ersten Schaufel Rückstau erleidet, also beyläufig $h = \frac{be(H - \frac{1}{2}e)^{\frac{1}{2}}}{B(H - + \mathfrak{H} - c)^{\frac{1}{2}}}$ ist, wo B die Breite des Schnur-Gerinnes bezeichnet.]

Anmerkung. Hätte in unserem vorliegenden Falle das Gerinne ac Fig. 36 $=$ 16 Fuß nicht seine so bedeutende Neigung ab $=$ 3,175 Fuß gegen den Horizont cb, und wäre die Wasserhöhe $h = be (H - \frac{1}{2} e)^{\frac{1}{2}}$ eine nur sehr geringe Größe, so müßte nach meinen Beyträgen 1ster Band §. 101. No. 3. die Geschwindigkeit $C = \gamma (H + \mathfrak{H} - h)^{\frac{1}{2}}$ nur zu $C = \gamma (H + \mathfrak{H} -)^{\frac{1}{n}}$ angenommen werden, wo n größer als 2 und 2,1 bis 2,3 seyn kann, also, daß C^2 nicht $= \gamma (H + \mathfrak{H} - h)$ ist, sondern daß C zu einer Potenz erhoben werden muß, deren Exponent etwas größer als 2 ist. Ich verweise meine Leser auf die XVIte Tabelle und deren Anmerkung, wo ich alles noch hieher Gehörige vorgetragen habe.

N°. 3. Die Stauung $= \pi$, welche das unterschlächtige Rad im Hinter-Wasser erfährt, verdient vorzüglich erwogen zu werden. Die Hindernisse, welche sich dem Wasserstoß entgegensetzen, bewirken besonders ein Anschwellen des Wassers gleich unterhalb der Axe des Rades; und dieses Anschwellen entsteht nun durch folgende Ursachen:

a. Die Geschwindigkeit des Wassers wird durch den Stoß an die Radschaufeln vermindert; es schwillt also das Wasser unter dem Rade an, und die Höhe desselben im Schnur-Gerinne wird größer nach, als vor dem Stoß.

b. Selten wird man dem Gerinne unterhalb des Rades ein ansehnliches Gefälle geben können [Herr Langsdorff verlangt sogar in seinen Grundlehren der mechanischen Wissenschaften pag. 467 auf 10 Fuß Länge 1 Fuß Gefälle, anstatt daß hier nur auf 58 Fuß Länge des Unter-Gerinnes 0,745 Fuß Gefälle vorgefunden werden]. Das Wasser kann also öfters nicht so geschwinde abfließen, wie erforderlich ist, und es wird daher verzögert.

c. In jedem Gerinne entstehen gleich unterhalb der Axe des Rades weißschäumende Wellen, Wirbel und Widerströme; diese sind größer, je nachdem die Geschwindigkeit des anschlagenden Wassers größer, und die Geschwindigkeit des Rades geringer ist. Sie verzögern ebenfalls das Abfließen des Wassers im Unter-Gerinne: denn die Wellen schlagen bis auf den Boden des Gerinnes, und fließen in verschiedenen Richtungen unter und über einander ab. Und das Aufthürmen und Ueberschlagen des Wassers [nachdem vorher ein Theil der Geschwindigkeit zernichtet ist] kann demselben nur eine Geschwindigkeit eindrücken, womit es endlich beschleunigend abfließt, wenn auch das Gefälle des Unter-Gerinnes unbedeutend ist. [Meine Beyträge 1ster Band §. 86. N°. 24. Anmerkung: für die Fälle ad B und C.]

d. An den aus dem Hinterwasser sich erhebenden Radschaufeln hängt sich mehr oder weniger Wasser an, je nachdem die Geschwindigkeit des anschlagenden Wassers groß, und die Geschwindigkeit des Rades geringe ist. Die Schaufeln leiden also einen Widerstand beym Austritt aus dem Wasser, und auch hierdurch entstehet Verzögerung des abfließenden Hinterwassers.

e. Wenn das Unter-Gerinne nicht gradelinicht, sondern mehr oder weniger gekrümmt ist, so wird auch dadurch das Wasser retardirt.

f. Der ungleichförmige Gang des Wasserrades thürmt das Wasser hinter dem Rade in die Höhe, und verzögert das Abfließen desselben; welches besonders bey denjenigen Rädern statt findet, welche, in Verbindung mit einen Krummzapfen, die Bewegungshindernisse überwinden müssen.

g. Der Rückstau eines Stroms oder Flusses, welcher in das Unter-Gerinne hinein stauet, verhindert das Abfließen des Wassers im Unter-Gerinne.

h. Ent-

h. Endlich kann auch Anschwellung des Wassers im Unter-Gerinne dadurch entstehen, wenn der Ableitungs-Kanal, welcher mit dem Unter-Gerinne in Verbindung stehet, versandet ist, oder wegen anderer Impedimente nicht den gehörigen Abfluß hat.

Es sey also die Wasserhöhe im Unter-Gerinne gleich unter der Axe des Rades, welche durch einige oder durch alle diese acht angeführten Ursachen angeschwellt ist $= P^1$, so ist begreiflich, daß P^1 größer, und zwar viel größer als e und h (§. 19. N°. 1 und 2.) seyn wird. Anstatt nun die Stauung, welche das Rad im Hinterwasser $= \pi$ durch die angeführten Umstände erfahren kann, einzeln, so wie Herr Gerstner und Langsdorff, zu berechnen, und demnächst von der Stoßkraft $\frac{M-\Sigma}{2g}(c-v)$ abzuziehen, ist es unter allen Umständen viel leichter, die mittlere Geschwindigkeit des anschlagenden Wassers, mit Rücksicht auf die Hindernisse, welche das Abfließen des Wassers im Unter-Gerinne verzögern, in Rechnung zu bringen, wodurch ebenfalls die richtige Stoßkraft gefunden wird.

Man denke sich also Fig. 36, daß aus der Schützöffnung das Wasser in der Höhe $ak = e$ fließt, und von a nach c zu beschleuniget wird, (vorausgesetzt, daß das Schußgerinne eine bedeutende Neigung gegen den Horizont hat). In irgend einem Punkte zwischen f und a hört die Beschleunigung des Wassers auf, um demnächst gegen die erste Schaufel, welche der Strahl trift, aufzuschwellen. Die Wasserhöhe sey daselbst $= h$. Das Wasser staunet nun gegen die erste Schaufel lf in die Höhe, mehr an der zweyten pg, noch mehr an der dritten wq, am höchsten an der vierten pe, bis unter die Axe des Rades. Die Geschwindigkeit des aus der Schützöffnung stürzenden Wassers ist also in der Schutzöffnung $C^1 = \gamma (H - \frac{1}{2}e)^{\frac{1}{2}}$; sie wird, wenn das Schuß-Gerinne eine bedeutende Neigung gegen den Horizont hat, demnächst beschleuniget, und ist $C = \gamma (H + \mathfrak{H} - h)^{\frac{1}{n}}$, alsdann $= \gamma (H + \mathfrak{H} - lf)^{\frac{1}{n}}$, ferner $= \gamma (H + \mathfrak{H} - pg)^{\frac{1}{n}}$, ferner $= \gamma (H + \mathfrak{H} - wq)^{\frac{1}{n}}$, und endlich unter der Axe des Rades $= C = \gamma (H + \mathfrak{H} - P^1)^{\frac{1}{n}}$, wo die ganze Wasser-Menge $M - \Sigma$, welche in jeder Secunde die vier Schaufeln berührt, zum Stoß kömmt. Diese Geschwindigkeit $C^1 = \gamma (H + \mathfrak{H} - P^1)^{\frac{1}{n}}$ sehe ich also als die mittlere Geschwindigkeit des anschlagenden Wassers an, wo auf die Hindernisse, welche das Wasser

im Unter-Gerinne verzögert, Rückſicht genommen iſt, denn ſie iſt in allen Fällen geringer, als die §. 19. N°. 2. ausgemittelte Geſchwindigkeit des anſchlagenden Waſſers $C = \gamma(H + \mathfrak{H} - h)^{\frac{1}{2}}$.

Bey wirklich vorhandenen Anlagen iſt es nicht ſchwer, die Waſſerhöhe $= P^{I}$ unter der Axe des Rades, ſo wie die daſelbſt befindliche mittlere Geſchwindigkeit des Waſſers, zu beſtimmen.

α) Man mache nemlich oberhalb der gezogenen Schützen, z. B. bey yw Fig. 36. einen hydrometriſchen Verſuch, und beſtimme die Waſſermenge $= M$.

β) Man berechne dieſelbe Waſſermenge zum zweyten mal durch die Formel $M = \gamma be(H - \frac{1}{2}e)^{\frac{1}{2}}$.

γ) Man beobachte die Waſſerhöhe $= P^{I}$ dicht unterhalb des Waſſer-Rades, mittelſt zweyer Marqueurs, die an den Seiten-Wänden befeſtiget ſind.

δ) Da nun die Breite des Gerinnes $= B$, ſo wie die Waſſerhöhe $= P^{I}$ und Waſſermenge $= M$ bekannt iſt, ſo iſt die mittlere Geſchwindigkeit des abfließenden Hinterwaſſers $= C^{II} = \frac{M}{BP^{I}}$.

Tritt nun Stauwaſſer ins Unter-Gerinne, deſſen Höhe, wenn das Waſſerrad ſtille ſtehet, durch p bezeichnet wird, ſo iſt die Höhe des Waſſers im Unter-Gerinne nicht $P^{I} = \frac{M}{C^{II}B} + p$, ſondern kleiner, alſo $P^{I} < \left(\frac{M}{C^{II}B} + p\right)$, jedoch nur ſo lange, bis das Stauwaſſer die Höhe $\mathfrak{H} + e$ erreicht.

Bey unterſchlächtigen Rädern, die in einem Schnur-Gerinne hängen und Stauwaſſer im Unter-Gerinne erhalten, iſt es daher ein Vortheil, das Unter-Gerinne nicht breiter, als die Breite des Rades, incluſive der nöthigen Spielräume, zu machen, weil alsdann das abfließende Waſſer das zurückſtauende hinaus drängt.

Findet man die Waſſerhöhe $= P^{I}$ durch den Rückſtau eines Stroms oder Fluſſes gleich unterhalb des Rades größer als $\mathfrak{H} + e$, ſo hört der Umtrieb deſſelben auf; [Meine Beyträge 1ſter Band §. 106,] vorausgeſetzt, daß die Höhe der Schützöffnung dem Queerſchnitt der Schaufeln am Waſſerrade gemäß genommen iſt.

Schwerer iſt es, bey noch nicht ausgeführten Anlagen a priori die Waſſerhöhe $= P^{I}$ im Unter-Gerinne für die angeführten Umſtände, welche das Hinterwaſſer abzu-

abzufließen hindern, zu bestimmen. Es kommt also alles darauf an, ein Verhältniß auszumitteln, wie sich die mittlere Geschwindigkeit des abfließenden Hinterwassers gleich unterhalb der Axe des Rades zu der mittleren Geschwindigkeit des anschlagenden Wassers und der Geschwindigkeit der Radschaufeln verhalte. Man sieht sehr leicht ein, daß die Geschwindigkeit des abfließenden Hinterwassers bey übrigens gleichen Umständen größer oder geringer seyn wird, wenn der Spielraum zwischen dem Gerinne-Boden und dem äußersten Ende der Radschaufeln größer oder geringer ist.

Bey unterschlächtigen Rädern in Schnur-Gerinnen, deren Effect wir jetzt betrachten, darf dieser Spielraum höchstens drey Zoll betragen; und da findet sich in den mehrsten Fällen der Ausübung, daß die mittlere Geschwindigkeit des abfließenden Hinterwassers $= C'' = \frac{M}{B P'}$ etwas größer, als die Geschwindigkeit des Wasserrades am Stoßpunkt $= v$, aber viel kleiner, als die mittlere Geschwindigkeit des anschlagenden Wassers $C' = \gamma (H_1 + \mathfrak{H} - P')^{\frac{1}{2}}$ ist.

Für unsern Fall, wo der Spielraum des Rades zwischen dem Gerinne-Boden und dem äußersten Ende der Radschaufel 0,2083 Fuß beträgt, habe ich unter vielen angestellten Versuchen zwey aus; wobey zu bemerken ist, daß die Wasserhöhe und mittlere Geschwindigkeit im Hinterwasser 15 Fuß unterhalb der Axe des Rades beobachtet wurde. Folglich war unter der Axe selbst die Wasserhöhe größer, und die mittlere Geschwindigkeit des Hinterwassers kleiner.

No. des Versuchs.	Wasserstand auf dem Fachbaum.	Schützen-Aufzug.		Breite des Schützes.		Mittlere Geschwindigkeit des Wassers in den Schützen-Oeffnungen.		Mittlere Geschwindigkeit des anschlagenden Wassers.	Wassermenge.	Wasserhöhe 15 Fuß unterhalb der Axe des Wasserrades.	Geschwindigkeit des Wasserrades am Stoß-Punkt.	Geschwindigkeit des Wassers 15 Fuß unterhalb der Axe des Wasserrades.	Spielraum zwischen der Radschaufel und dem Gerinne-Boden.
	H	e	e	b'	b_1'	C	C	C'	M	P'	v	C''	$\mathfrak{h}$
1	5,792	0,542	0,625	4,16	4,12	15,84	15,04	19,08	76,4	1,000	6,382	8,04	0,2083
2	5,583	0,541	0,666	4,16	4,12	15,85	14,97	18,82	85,3	0,916	6,366	9,80	0,2083

Dieſe Verſuche lehren uns alſo, daß, wenn beym Stillſtande des Waſſerrades kein Stauwaſſer im Gerinne ſtehet, die Waſſerhöhe des Hinterwaſſers gleich unter der Axe des Rades $= P^1$ ohne irgend einen bemerklichen Fehler, für dieſen Fall, durch die Formel $P^1 = \frac{M}{Bv}$ beſtimmt werden kann.

N°. 4. In der Formel $K = \frac{M - \Sigma}{2g}(c - v) - \pi$ iſt alles ſo weit beſtimmt, bis auf die Ausmittelung der Waſſermenge, welche durch die unvermeidlichen Spiel-Räume des Rades verlohren gehet $= \Sigma$. Man weiß aus Erfahrung, daß unter jedem Rade ein Spiel-Raum $ef = b$ [Fig. 37.] ſeyn muß. Dieſer Spiel-Raum wird am größten, wenn zwey Schaufeln vu und wx gleich weit von demjenigen Halbmeſſer ype des Rades abſtehen, welcher auf dem graden Gerinne-Boden afb ſenkrecht iſt; alsdann iſt der Spiel-Raum nicht ef, ſondern $va = bx$. Setzt man die Anzahl der Schaufeln des Waſſerrades $= m$, ſo iſt der Winkel, um welchen zwey Schaufeln von einander abſtehen $= \psi = \frac{360}{m}$; und wenn man den Halbmeſſer des Rades Fig. 37. $ye = R$ ſetzt, ſo erhält man die Höhe $ev = ge = b = R\left[1 - \text{Cof.}\left(\frac{360}{2m}\right)\right]$. Es iſt alſo der größte Spiel-Raum des Waſſerrades zwiſchen den Endſchaufeln und dem Gerinne-Boden $va = bx = b + h$, der kleinſte $= h$, und der mittlere $= h + \frac{1}{3}b = h + \frac{R}{3}\left[1 - \text{Cof.}\left(\frac{360}{2m}\right)\right]$. Je größer alſo die Anzahl der Schaufeln iſt, deſto geringer wird die Größe $va = bx$ ausfallen, und einen deſto größern Stoß wird das Waſſer auf die Schaufeln ausüben können. Aber die Anzahl der Schaufeln hat auch wieder ihre Gränzen, [Langsdorfs Maſchinenlehre, 2ter Band pag. 130 bis 137.] Man kann ihre Anzahl durch die Formel $m = \left(1 - \frac{h}{R}\right)44$ oder auch dadurch beſtimmen, daß man doppelt ſo viel Schaufeln nimmt, als der Durchmeſſer des Rades Nürnberger Fuße zählt. Imgleichen darf man unterſchlächtige Räder nicht zu klein, und nicht unter wenigſtens 16 bis 18 Fuß machen, damit zu gleicher Zeit ſechs und mehrere Schaufeln ins Waſſer eintauchen. [Man vergleiche mit dem jetzt Vorgetragenen die zehnte Tabelle und deren Anmerkung.]

Ist also, wie vorher, die Breite des Gerinnes = B, die Breite des Rades = β, so ist der Flächen-Inhalt des Spiel-Raums zwischen dem Rade und Gerinne-Boden = $\beta \left[\frac{R}{3} \left(1 - \text{Cos.} \left(\frac{360}{2m} \right) \right) + b \right]$, und der Flächen-Inhalt der Spielräume an den Seitenwänden = $[B - \beta] P^1$; (wo P^1 die Wasserhöhe gleich hinter dem Rade bedeutet).

Die Geschwindigkeit des Wassers, welches unter den Spiel-Räumen des Rades abfließt, wird von mehrern gelehrten Hydraulikern so in Rechnung gebracht, als wenn sie der mittleren Geschwindigkeit des an die Schaufeln schlagenden Wassers $C = \gamma (H + h - P^1)^{\frac{1}{n}}$ gleich wäre. Wir wissen aber schon aus §. 19. N°. 3, daß dieser Fall nur bey Wasserrädern eintreten kann, deren Spiel-Raum zwischen der Erdschaufel und dem Gerinne-Boden, z. B. bey Panster-Rädern $\frac{1}{2}$, 1, 2 und mehrere Fuß beträgt, nicht aber bey Wasserrädern in Schnur- und Kropf-Gerinnen, wo der größte Spielraum höchstens 0,25 Fuß betragen darf. Die Gründe sind leicht einzusehen:

Erstens. Das Wasser, welches durch die Spiel-Räume abfließt, kann unter dem andern, welches den Stoß am Rade vollendet, nicht so wie eine Luftschicht unter der andern, mit sehr verschiedenen Geschwindigkeiten abfließen, ohne dem oberen langsamer fließenden Wasser einen Theil der größeren Geschwindigkeit mitzutheilen. Fände also die Annahme der gelehrten Hydraulikker statt, so müßte das Wasser gleich unterhalb der Axe des Wasserrades mit einer Geschwindigkeit abfließen, die viel größer, wie die Geschwindigkeit des Rades, ist. Dies ist aber nicht der Fall. §. 19. N°. 3 werden zwey Versuche angeführt, wo die beobachtete Stelle 15 Fuß unterhalb der Axe des Rades, und der Spielraum zwischen der Endschaufel und dem Gerinne-Boden 0,2083 Fuß betrug, und wo demnach die mittlere Geschwindigkeit des Hinterwassers nur wenig größer, wie die des Rades, angetroffen wurde, geschweige unter der Axe des Rades selbst. Ferner beweisen in der sechsten Tabelle die Versuche N°. 5. 6. 7. 8. 9. 10., daß, obgleich der Spiel-Raum zwischen dem Gerinne-Boden und der Endschaufel $= \left[b + \frac{R}{3} \left(1 - \text{Cos.} \left(\frac{360}{2m} \right) \right) \right]$, und damals größer als die Schütz-Oeffnung = e war, dennoch nicht das Wasser ohne Würkung abfloß, sondern das leere Brunnen- und Gradir-Gestänge nebst den leeren Kolbenstangen bewegte, folglich noch einen bedeutenden Stoß ausübte.

Zwey-

Zweytens. Aus meinen Beyträgen, 1ster Band §. 92. und §. 101. N°. 3. gehet zur Genüge hervor, daß die Geschwindigkeit der Wassertheilchen, welche dem Boden am nächsten liegen, verzögert wird. Auch schon dieserhalb kann die Geschwindigkeit des Wassers, welches unter den unvermeidlichen Spiel-Räumen abfließt, wozu auch noch die Zusammenziehung des Wassers, wenn es in die Spiel-Räume eintritt, zu rechnen ist, nicht $c = \gamma (H + h - P^1)^{\frac{1}{n}}$ seyn.

Drittens. Es haben die Hindernisse, welche das Abfließen des Hinterwassers im Unter-Gerinne verzögern, und die §. 19. N°. 3. angeführt sind, ebenfalls eine große Einwirkung auf die Geschwindigkeit des Wassers, welches durch die unvermeidlichen Spiel-Räume abfließt.

Aus diesen Betrachtungen gehet also hervor, daß die Geschwindigkeit des Wassers, welches durch die unvermeidlichen Spiel-Räume abfließt $= c''$ größer, als die Geschwindigkeit des Wasserrades $= v$, aber viel kleiner, wie die Geschwindigkeit des anschlagenden Wassers $= c^1 = \gamma (H + h - P^1)^{\frac{1}{n}}$ ist. In den mehrsten Fällen der Ausübung wird man sie $= v$, und hier um so mehr $= v$ setzen dürfen, weil sie so durch die Erfahrung ausgemittelt ist.

Nach vorstehenden Gründen ist also die Wassermenge, welche durch die unvermeidlichen Spiel-Räume verlohren geht,

$$= \Sigma = \left[\left[\frac{R}{3}\left(1 - \text{Cof.}\left(\frac{360}{2m}\right)\right) + b\right] B + (B - \beta) P^1\right] v$$

$$= v\left[\left(\frac{b}{3} + b\right) B + (B - \beta) P\right].$$ Die sechste Tabelle weiset dies alles näher nach.

N°. 5. Es ist demnach der Wasserstoß im Schuß-Gerinne

$$K = M - v\left(\left[\frac{R}{3}\left(1 - \text{Cof.}\left(\frac{360}{2m}\right)\right) + b\right] B + (B - \beta) P^1\right)$$

$$\frac{1}{2g}\left(\gamma (H + h - P^1)^{\frac{1}{n}} - v\right) \text{ oder}$$

$$K = M - v.\left[\left(\frac{b}{3} + b\right) B + (B - \beta) P^1\right]$$

$$\frac{}{2g}(C - v) \text{ oder } K = \frac{M - \Sigma}{2g}(C - v).$$

Nach dieser Formel ist die sechste Tabelle berechnet. Daß diese Formel allgemein anwendbar ist, wenn sich 5 bis 6 Schaufeln im Wasser eintauchen, solches

solches ersieht man noch überzeugender aus der zehnten Tabelle und der beygefügten Anmerkung.

N°. 6. Wenn man eine unverhältnißmäßig große Wassermenge auf die Schaufeln des unterschlächtigen Wasserrades, welches im Schnur-Gerinne hängt, fließen läßt, so wird dadurch keine größere Kraft hervorgebracht: theils, weil der Queerschnitt des anschlagenden Wassers größer, als der Queerschnitt der Schaufeln ist, theils weil die Stauung des Rades desto größer wird; theils, weil das Wasser nun nicht allein durch die Spiel-Räume, sondern auch über und durch die Schaufeln setzt, den Umgang des Rades hindert, und viel von der Wassermenge ungenützt durch- und abfließt. Man ersieht dies auch schon aus der Formel

$K = \frac{M - \Sigma}{2g}\left(\gamma(H + \mathfrak{H} - P^1)^{\frac{1}{n}} - v\right)$. Wenn M wächst und v vorläufig unveränderlich bleibt, so wächst auch P^1. Wächst P^1 bis dahin, daß $P^1 = \mathfrak{H}$ wird, so wird v bedeutend geringer, und zugleich Σ größer. Wird $P^1 = \mathfrak{H} + e$, so hört der Umtrieb des Rades auf. Es ist daher keinesweges in der Ausübung allgemein richtig, was der Herr Professor Gerstner in seiner Theorie des Wasserstoßes im Schuß-Gerinne pag. 226 sagt, daß die Bewegung des Rades erst dann aufhören müsse, wenn die Höhe des Wassers im Schuß-Gerinne so groß würde, als das doppelte Gefälle.

Wir können zu Neusalzwerk bey den Fluthen der Weser und der Werre, welche das Wasser des Kunst-Kanals unter das Wasserrad zurückstauen, die Bemerkung machen: daß, wenn das Wasser im Unter-Gerinne 2,4 Fuß hoch stauet, das Kunst-Rad noch in einer Minute 3,125 Umgänge macht, daß aber, wenn das Stauwasser im Gerinne 3,087 Fuß hoch stehet, der Umtrieb des Wasserrades aufhört, obgleich das Druckwasser auf dem Fachbaum 7 Fuß hoch stehet.

Angenommen, es ist $H = 7$ Fuß, $M = 100$ Kubikfuß, $e = 0{,}670$ Fuß, $p = 2{,}4$ Fuß, $v = 3{,}1$ Fuß, so müßte nach §. 19. N°. 3. $P^1 < \left(\frac{M}{c^{11} B} + p\right)$ oder $P^1 < \left(\frac{M}{vB} + p\right)$, also $5{,}795 < \left(\frac{100}{3{,}1 \cdot 10} + 2{,}4\right)$ seyn; da dies aber nur ein beyläufiger Ueberschlag ist, so kann man $P^1 = 5{,}795$ annehmen, und dann ist $c = 6{,}76\ (7 + 3{,}175 - 5{,}795)^{\frac{1}{2}} = 14{,}148$ Fuß. Allein die 100 Kubikfuß Wasser, welche in fast horizontaler Richtung auf das Kunstrad stürzen, kommen bey weit-

tem nicht zum Stoß $M - \frac{v}{c} M = 100 - \frac{3,1}{14,148}$ denn $100 = 78,9$ Kubikfuß Wasser setzt wenigstens durch die neun unter Wasser gehenden Schaufeln und deren Spielräume; daher bleibt der Stoß nur noch $K = \frac{100 - 78,9}{31,25}(14,148 - 3,1)$ $= 7,462$ Kubikfuß Wasser.

Anmerkung. Daß wenigstens 78,9 Kubikfuß Wasser ungenützt abfließen, wenn diese Umstände eintreten, wird niemand bey diesem weit geschaufelten Rade in Zweifel ziehen, um so weniger, wenn man bedenkt, wie viel Wasser durch die Schaufeln setzt, wenn sich das Rad einmal mit einer Geschwindigkeit von 3,1 Fuß stockend, in einem ungleichförmigen Gange umdrehet.

Staunet das Wasser 3,087 Fuß im Gerinne, so ist $v = 0$ und $H + e = P'$, und alles Wasser setzt durch die Schaufeln. Man kann daher bey Wasserrädern, die so wohl in Schnur- als Kropf-Gerinnen hängen (Pansterräder ausgenommen) annehmen, daß, wenn das Wasser im Unter-Gerinne so hoch staunet, als die doppelte Höhe der Schaufeln (die Kränze mitgerechnet), kein Umtrieb des Wasserrades mehr statt findet. Diese Regel ist sogar bey Schiffmühlen im freyen offenen Strome anwendbar, wo kein bedeutender Rückstau des Wassers, wohl aber eine Staunung des Rades im Hinterwasser, anzunehmen ist (§. 19. N°. 9. Tab. XI). Denn man wird selten Schiffmühlen-Räder antreffen, die über 3 Fuß im Wasser hängen, weil man die Beschwerung und die Bauart des Schiffs darnach einrichtet, daß das Rad nicht zu tief eintauche. Tritt aber das Stauwasser bis zu der Höhe $H + e$ ins Unter-Gerinne eines unterschlächtigen Rades, so ist der Stillstand des Rades eine ganz unausbleibliche Folge.

N°. 7. Aus den auf der sechsten Tabelle angegebenen Versuchen, welche über die Wassermenge, die Geschwindigkeit des anschlagenden Wassers, und die des Rades u. s. w. die vollständigste Auskunft ertheilen, erhält man nachstehende Resultate:

a. Das Wasser übt am Stoßpunct des Rades eine Kraft von 16,089 und 14,568 Kubikfuß Wasser aus, wenn die Wassermenge in der Secunde 65,1 und 60,057 Kubikfuß beträgt.

b. Das zum Stoß gelangte Wasser beträgt 43,343 und 39,174 Kubikfuß.

c. Durch die Spielräume des Rades gehet ein Drittel des Wassers ungenützt verlohren.

d. Die

d. Die Geschwindigkeit des Rades ist bey den zwey ersten Verfachen $\frac{1}{3}$ des anschlagenden Wassers, bey den anderen aber zwischen $\frac{2}{3}$ und $\frac{1}{2}$ gröſſer oder kleiner.

[Anzumerken ist aber, daß das Kunstrad nicht mehr wie 6,25 bis 7 Umgänge pro Minute machen darf, wenn nicht Stangenbrüche erfolgen sollen. In den Jahren 1796 bis 1799 waren die Umgänge des Rades 8,25, 7,6, 8,97, 7,06, 7,09; dahingegen waren die Stangenbrüche und Stillstände der Kunst sehr bedeutend.]

e. Die Stauung unter dem Rade, oder die Wasserhöhe unter der Axe des Rades, ist nach Beobachtungen (so wie ich selbige §. 19. N°. 3. beschrieben habe) in Berechnung gebracht. Die Ursachen dieser groſsen Stauung sind:

α. Das Brikolen-Gerinne Fig. 35. NCEGFHIL.

β. Das geringe Gefälle des Unter-Gerinnes, denn es hat auf 58 Fuß Länge nur 0,745 Fuß Gefälle. [Man giebt gewöhnlich schon Bunster-Gerinnen auf 24 Fuß Länge 1 Fuß auch wohl nur, 0,75 Fuß Gefälle.]

γ. Die Geschwindigkeit des Rades im Verhältniß des an die Schaufeln anschlagenden Wassers.

δ. Der Rückstau, den das Wasser, welches aus den Mühlen-Gerinnen stürzt, verursacht.

[Wenn das Wasser aus den Mühlen-Gerinnen Fig. 35. KIHDBQL bey HD stürzt, so breitet es sich nach E hin in sprudelnden, weißschäumenden [und] aufgethürmten Wellen aus, und verursacht, daß das vom Kunstrade abfließende Wasser aufgehalten zurückgestaut wird. Wenn nämlich das Kunstrad still stehet, hingegen die 2 Mühlgänge in Bewegung sind, so ist die Wasserhöhe unter der Axe des Kunstrades 0,58 Fuß. Es läßt sich daher die Regel ableiten, daß jedem Wasserrade ein Wasserdichtes Unter-Gerinne zu verschaffen sey, welches lang genug ist, um für ein zweytes daneben liegendes Wasserrad den Rückstau im Hinterwasser zu verhüten.]

ε. Die ungleichförmige Geschwindigkeit des Rades bey der Umdrehung. [Denn es macht das Kunstrad §. 18. N°. 10. in 6,1 Secunden die eine, und in 3,5 Secunden die andere Hälfte des Umganges. Das Stocken des Rades thürmt das Wasser bedeutend in die Höhe.]

Der Ursachen des ungleichförmigen Ganges des groſsen Kunstrades sind zwey. Die erste ist: Es hat 1796 der Herr Krieges- und Domainen-Rath Meyer die Einrichtung gemacht, daß beym Schub der Gradir- und Brunnen-Pumpen die eine Kurbel vom Wasserrade, welche das Gradir-Gestänge bewegt, eine Last von 50,335 Kubikfuß Wasser gewältigen muß,

wenn die andere, welche das Pumpen-Gestänge bewegt, eine Last von 17,637 Kubikfuß Wasser gewältiget. Desgleichen ist an der Warze des Krummzapfens beym Hub aller Pumpen die Last 86,713 Kubikfuß Wasser, wenn sie beym Schub 67,973 Kubikfuß Wasser ist. (Tab. VIII.)

Die zweyte wird vom Herrn Rath Langsdorff in seiner Theorie des Krummzapfens §. 9. angegeben, nemlich: bey einer Krummzapfen-Vorrichtung ist ein unveränderliches Moment der Kraft ungedenkbar u. s. w.

ζ. Endlich sieht man, was ich §. 19. N°. 4. bewiesen habe, durch die Erfahrung bestätiget, daß dasjenige Wasser, welches unter den Spielräumen des Rades abfließt, offenbar nicht mit der Geschwindigkeit $c = \gamma (H + h - P')^{\frac{1}{2}}$ abfließen kann, denn sonst hätte, da das Rad [§. 18. N°. 7.] oder vielmehr die senkrechte Endschaufel 0,25 Fuß vom Gerinne-Boden entfernt ist, in den Versuchen N°. 5. 6. 7. 8. 9. 10. Tab. VI. gar kein Stoß auf die Schaufeln des Kunstrades entstehen können; und folglich würde alsdann keine Bewegung erfolgt seyn.

Es ist nun die Kraft am Stoßpunct des unterschlächtigen Wasserrades zu Neusalzwerk ausgemittelt, welches in einem Schnur-Gerinne hängt, und die Brunnen- und Grabir-Pumpen in Bewegung setzt. Weil aber in dieser Abhandlung noch von der Kraft des Wassers am Stoßpunct der Panster- und Kropf-Räder die Rede seyn wird, so werde ich alles, was ich darüber zu sagen habe, in gedrängter Kürze vortragen.

N°. 8. Ich habe schon §. 19. N°. 4. erwähnt, daß der Stoß des Wassers auf ein Pansterrad, welches dergestalt im Gerinne hängt, daß das anschlagende Wasser einen, zwey und mehrere Fuß unter den Schaufeln abfließt, ganz andere Betrachtungen veranlaßt, und daß so wenig die Formel der Herren Gerstner und Langsdorff $K = \frac{M - \Sigma}{2g} (C - v) - \pi$, als die von mir angegebene Formel $K = M - \frac{\left(\left(\frac{b}{3} + b\right) B + (B - \beta) P'\right) v . (C - v)}{2g}$ gerade dazu anwendbar ist. Denn

a. es ist klar, daß von der ganzen Wassermenge, welche durch die Schützöffnung in das Panster-Gerinne fließt, nur ein Theil zum Stoß auf das Pan-

Panſterrad ſelbſt gelangt, weil die Entfernung der ſenkrechten Endſchaufel unter der Axe des Rades vom Gerinne-Boden einen, zwey, und mehrere Fuß betragen kann.

b. Aber eben ſo gewiß iſt es, daß niemals dasjenige Waſſer, welches auf die Schaufeln des Panſterrades ſtrömt, ſämmtlich zum Stoß gelangt, weil die Waſſer-Fäden, welche in einiger Entfernung von der bewegten Stoßfläche noch in ſenkrechter Richtung gegen dieſe Fläche fortſtrömen, die alſo zuſammen einen Queerſchnitt = βh bilden, (ſiehe die eilfte Tabelle Col. 15.), die Fläche nicht alle würklich erreichen, indem ſie größtentheils zwiſchen den Endſchaufeln und dem Gerinne-Boden (nicht nach der Seite) abgelenkt werden.

c. Bedeutet die Waſſerhöhe im Gerinne (wie §. 19. N°. 2. angenommen iſt) = P^1, ſo iſt die Geſchwindigkeit des anſchlagenden Waſſers $C = \gamma (H+h-P^1)^{\frac{1}{2}}$ (vorausgeſetzt: das Waſſer fließt frey, und nicht durch Stauwaſſer aufgehalten, ab).

Das Waſſer, welches dicht unter den äußerſten Enden der Schaufeln und des Gerinne-Bodens abfließt, hat im Verhältniß des großen Spielraums beynahe die Geſchwindigkeit $C = \gamma (H+h-P^1)^{\frac{1}{2}}$; dahingegen dasjenige Waſſer, welches ſich zwiſchen den bewegten Schaufeln befindet, zwar eine etwas größere Geſchwindigkeit, wie die des Panſter-Rades = v, hat, jedoch aber niemals ſo groß, als $C = \gamma (H+h-P^1)^{\frac{1}{2}}$ ſeyn kann.

d. Ob alſo die Waſſermenge, welche gegen die Schaufeln des Panſter-Rades würklich zum Stoß gelangt, die größtmöglichſte iſt oder nicht, hängt von der Höhe der Eintauchung der unter der Axe des Rades ſenkrecht ſtehenden Schaufel, alſo von der Anzahl der Schaufeln, welche ſich ſtets im Waſſer befinden, und von der vortheilhafteſten Geſchwindigkeit des Panſter-Rades gegen die des anſchlagenden Waſſers, ab.

e. Wenn ſich alſo 4 bis 5 Schaufeln ſtets im Waſſer befinden, und die Geſchwindigkeit des Panſter-Rades = v die Hälfte der Geſchwindigkeit des anſchlagenden Waſſers, alſo $v = \frac{1}{2} C$, beträgt, ſo wird die größtmöglichſte Waſſermenge auf das Panſter-Rad gelangen, und daſelbſt ihren größten Stoß ausüben.

f. Litte das Panſter-Rad unter den §. 19. N°. 8. litt. e. angeführten Umſtänden im Hinter-Waſſer keine Stauung, wodurch Verzögerung des abfließenden

Wassers entstehet, so würde die Geschwindigkeit des zum Stoß gelangten Wassers $= C^{II} > v$ oder $V < \gamma (H + \mathfrak{H} - P^{I})^{\frac{1}{2}}$, und also die Wassermenge, welche zum Stoß gelangt, $C^{II} \delta h = M$ seyn.

g. Ein allgemeiner Ausdruck für die Stauung des Panster-Rades im Hinter-Wasser ist in diesem Fall nicht auszumitteln, sondern man muß sich an die lehrreichen Versuche eilfte Tabelle N°. 33 bis 42 halten, woraus man ersehen wird, daß nach Abzug der Stauung, die Wassermenge, welche zum Stoß auf die Schaufel eines Panster-Rades, welches einen und mehrere Fuß hoch vom Geraine-Boden entfernt ist, gelangt, höchstens die Hälfte der hypothetischen Wassermenge ist; vorausgesetzt: die Höhe der Eintauchung, die Anzahl der Schaufeln, welche sich stets im Wasser befinden, und die Geschwindigkeit des Panster-Rades gegen die des anschlagenden Wassers, sey die möglichst vortheilhafteste, oder:

$$M = 0{,}5\ \mathfrak{M} = \frac{\delta h}{2} \gamma (H + \mathfrak{H} - P^{I})^{\frac{1}{2}}$$

h. Deshalb ist es auch anmerkungswerth, daß bey den Versuchen N°. 33. 34. 35. 36. 37. 39. 40. 41. beynahe $M = \delta h v$ gefunden wird, weil C^{II} beynahe $= v$ ist; oder:

weil die mittlere Geschwindigkeit des Wassers, welche wirklich zum Stoß gelangt, mit der vortheilhaftesten Geschwindigkeit des Rades beynahe einerley ist.

i. Uebrigens lehren die Versuche eilfte Tabelle N°. 33 bis 42: je unvortheilhafter die Höhe der Eintauchung, die Anzahl der Schaufeln, welche stets im Wasser gehen, und das Verhältniß der Geschwindigkeit des Rades zu der Geschwindigkeit des anschlagenden Wassers ist, desto geringer ist die Wassermenge, welche zum Stoß gelangt, so, daß bey dem Versuch N°. 38 nur $M = 0{,}0417\ \mathfrak{M}$ gefunden wird, obgleich die Eintauchung der Schaufel noch 0,25 Fuß war, dahingegen beym 40sten Versuch die Wassermenge $M = 0{,}5\ \mathfrak{M}$ gefunden wurde, obgleich die Eintauchung der Schaufel nur 0,0625 Fuß betrug. Dieses große Mißverhältniß liegt in dem Verhältniß der Geschwindigkeit des Panster-Rades zu der des anschlagenden Wassers. Bey N°. 38 ist $v = 0{,}0311\ C$; bey N°. 40. aber $v = 0{,}299\ C$.

k. Es

k. Es ist also $K = \frac{C'' \beta h (c - v)}{2g} = \gamma (H + \mathfrak{H} - P')^{\frac{1}{2}} \frac{\beta h}{4g} (C - v)$

l. Hängen zwey, drey, oder gar vier Panster-Räder in einem Gerinne, so entstehen noch andere Betrachtungen, als die bisher angeführten. Es lassen sich würklich drey verschiedene Fälle denken:

Der erste ist: daß alle 4 Räder so im Panster-Gerinne gehängt sind, daß der mittlere Spiel-Raum zwischen den Endschaufeln und dem Gerinne-Boden nur 2 bis 3 Zoll beträgt, und kein Stauwasser im Gerinne stehet. Alsdann ist die mittlere Geschwindigkeit des anschlagenden Wassers für das erste Rad $= C = \gamma (H + \mathfrak{H} - P')^{\frac{1}{2}}$. Für das zweyte Rad wird die Geschwindigkeit des anschlagenden Wassers geringer, aber größer, wie die Geschwindigkeit des ersten Rades seyn; und so nimmt verhältnißmäßig die Geschwindigkeit des anschlagenden Wassers auf das dritte und vierte Rad, und also auch die Geschwindigkeit des 2ten, 3ten und 4ten Rades selbst, ab. Man sieht sehr leicht, daß die Geschwindigkeit des an die Schaufeln des 2ten, 3ten und 4ten Rades anschlagenden Wassers, bey übrigens gleichen Umständen, größer oder geringer seyn wird, je nachdem das Gefälle des Gerinnes größer oder geringer ist.

Die bewegende Kraft wird alsdann für jedes Rad nach §. 19. N°. 5. berechnet, wenn durch Versuche oder a priori die Geschwindigkeit des anschlagenden Wassers an die Schaufeln des 2ten, 3ten und 4ten Rades bestimmt ist.

Der zweyte Fall ist: daß die 4 Panster-Räder einen oder mehrere Fuße aus dem Gerinne gehoben sind, jedoch kein Unter- oder Stau-Wasser im Gerinne stehet. Tritt dieser Fall ein, so verringert sich auch nach und nach die Geschwindigkeit desjenigen Wassers, welches die Schaufeln des 2ten, 3ten und 4ten Panster-Rades trift, jedoch in einem weit geringeren Verhältniß, wie vorher, indem die Hindernisse, welche die Bewegung des Wassers im Gerinne verzögern, unbedeutend werden, welches dadurch entstehet, daß die Wassermenge, welche unter den Spiel-Räumen der Panster-Räder abfließt, ohne zum Stoß zu gelangen, sehr groß ist. Die bewegende Kraft für jedes Panster-Rad wird alsdann nach der Formel §. 19. N°. 8.

N°. 8. litt. K. berechnet, wenn vorher a priori oder durch Verſuche die Geſchwindigkeit des anſchlagenden Waſſers an die Schaufeln des 2ten, 3ten und 4ten Rades beſtimmt iſt.

Der dritte Fall entſtehet, wenn die 4 Panſter-Räder mehrere Fuße aus dem Waſſer gehoben ſind und Stauwaſſer im Gerinne ſtehet, welches nicht durch die Geſchwindigkeit des beyfließenden Waſſers herausgeſchaft werden kann. Die Geſchwindigkeit des an die Schaufeln des 2ten, 3ten und 4ten Rades ſchlagenden Waſſers nimmt alsdann eben ſo wie beym erſten Fall ſehr bedeutend ab, und kann ſo gering werden, daß nach und nach die Bewegung des 4ten, 3ten, 2ten, und endlich des 1ſten Rades aufhört, wenn das Stauwaſſer ſehr zurückwirkt. Die bewegende Kraft wird für jedes Panſter-Rad nach §. 19. N°. 8. litt. K. berechnet, wenn vorher a priori oder durch Verſuche die Geſchwindigkeit des anſchlagenden Waſſers an die Schaufeln des 2ten, 3ten und 4ten Rades beſtimmt iſt.

Damit man dieſe Unterſuchungen beſſer überſehen könne, habe ich ſie durch ein angeführtes Beyſpiel zu erläutern geſucht. Die vortheilhafteſte Geſchwindigkeit der Waſſerräder, welche Herr Gerſtner in ſeiner Theorie des Waſſerſtoßes im Schuß-Gerinne pag. 207 findet, ſtimmt mit der Ausübung deswegen nicht, weil beſonders beym 1ſten und 2ten hier betrachteten Fall die Geſchwindigkeit des am 2ten, 3ten und 4ten Rades anſtoßenden Waſſers nach und nach bedeutend kleiner iſt, wie die Geſchwindigkeit des am erſten Rade anſtoßenden Waſſers.

Bis jetzt läßt ſich theoretiſch die Geſchwindigkeit des an die Schaufeln des 2ten, 3ten und 4ten Panſter-Rades anſchlagenden Waſſers, ſo wie die vortheilhafteſte Geſchwindigkeit jedes Panſter-Rades, für die drey angegebenen Fälle, wenn auch die Geſchwindigkeit des an die Schaufeln des erſten Rades anſchlagenden Waſſers bekannt iſt, nicht beſtimmen; und es wird dies nur durch zweckmäßige hydrometriſche Verſuche bey wirklichen Anlagen geſchehen können.

Anzahl der Pan-ster-Räder.	Wasserstand auf dem Fachbaum.		Umdrehungen des Rades in einer Minute.	Wenn das Rad eine Umdrehung macht, so wird der Läufer umgeschnellt:	Umläufe des Läufers in einer Minute.
	H		n	m	nm
Ersterschen der Endschaufel					
erstes	3	1	9,000	12,500	112,44
zweytes	—	-	7,202	14,222	102,40
drittes	—	-	4,797	20,500	98,34
viertes	—	-	4,257	21,800	92,82
rhoben sind.					
erstes	5	1	11,472	12,500	143,4
zweytes	—	-	9,444	14,222	134,3
drittes	—	-	6,179	20,500	126,6
viertes	—	-	5,474	21,800	119,3

Funks Wasser

N°. 9.

N°. 9. Für Räder, die im freyen Strom hängen, finden andere Betrachtungen und Resultate statt:

a. Die Versuche, welche in der eilften Tabelle N°. 1 bis 32, und N°. 43 bis 45 aufgeführt sind, belehren uns nämlich: daß es ein Verhältniß zwischen der Eintauchung der Schaufeln, der Anzahl, welche zugleich sich im Wasser befinden, und der Geschwindigkeit des Schiff-Mühlen-Rades zu der Geschwindigkeit des anschlagenden Wassers geben muß, wo die Wasserfäden alle, oder doch größtentheils, die bewegten Schaufeln treffen, indem sie in einiger Entfernung von der Stoßfläche noch in senkrechter Richtung gegen die Schaufeln fortströmen.

b. Wenn sich 5 bis 6 Schaufeln jederzeit im Wasser befinden, und die Geschwindigkeit des Schiff-Mühlen-Rades wenigstens die Hälfte der Geschwindigkeit des anschlagenden Wassers beträgt, so werden fast alle Wasserfäden, welche in einiger Entfernung von der Stoßfläche noch in senkrechter Richtung fortströmen, die bewegten Schaufeln treffen, und der Stoß wird seyn:

$$K = \frac{C\beta h}{2g}(C - v) = \frac{M}{2g}(C - v).$$

c. Die Versuche, welche in der eilften Tabelle von N°. 1 bis 32, und N°. 43 bis 45 enthalten sind, geben darüber vollständige Aufschlüsse. Denn

α. für die vier ersten Versuche hat das Rad zu viel Schaufeln; folglich werden die Wasserfäden nicht alle die Fläche würklich erreichen, sondern sie werden seitwärts und unterhalb abgelenkt, um so mehr, da die Geschwindigkeit des Rades größer wie $\frac{2}{7}$ der Geschwindigkeit des anschlagenden Wassers ist. Deshalb ist auch die Wassermenge, welche wirklich zum Stoß gelangt, nur $M = 0{,}6316\,\mathfrak{M}$.

β. Belehrender sind die Versuche N°. 5 bis 21. Man findet, daß die Höhe der Eintauchung und die Anzahl der Schaufeln, welche jederzeit im Wasser gehen, am vortheilhaftesten unter allen Bossutschen Versuchen von N°. 1 bis 32 gewählt sind; und es ist merkwürdig, daß bey übrigens gleichen Umständen die zum Stoß gelangte Wassermenge für $v = 0{,}64\,C$, $M = 0{,}71\,\mathfrak{M}$, für $v = 0{,}408\,C$, aber $M = 0{,}866\,\mathfrak{M}$, hingegen für $v = 0{,}37\,C$, $M = 0{,}85\,\mathfrak{M}$ gefunden wird.

γ. Die Versuche von N°. 22 bis 28 beweisen augenfällig, daß die Höhe der Eintauchung gegen die Anzahl der Schaufeln, welche jederzeit im Wasser

gehen, so unvortheilhaft gewählt ist, daß, obgleich $v = 0{,}4\ C$ ist, dennoch nur $M = 0{,}3\ M$ beträgt.

δ. Auch die Versuche N°. 29 bis 32 beweisen ebenfalls, daß, obgleich das Rad zu wenig Schaufeln im Verhältniß der Eintauchung hat, dennoch bey $v = 0{,}486\ C$, $M = 0{,}643\ M$ beträgt.

ε. Diese mannigfaltigen Versuche berechtigen uns demnach offenbar, (§. 19. N°. 9. litt b.) für die Stoßkraft eines Wasserrades, welches im freyen Strom hängt, $K = \frac{C2h}{2g}(C - v) = \frac{M}{2g}(C - v)$ festzusetzen, wenn übrigens die vortheilhafteste Anzahl der Schaufeln, welche jederzeit im Wasser gehen, und das vortheilhafteste Verhältniß der Geschwindigkeit des Rades zu der des anschlagenden Wassers, angenommen ist.

N°. 10. Nach des Herrn Geheimen Ober-Bau-Rath Eitelwein Handbuch der Hydraulik pag. 299. ist die Kraft des Wassers am Stoßpunkt des Kropf-Rades $K = \left(\frac{c - v}{2g} + \frac{d}{v}\right) M$, wenn K. C. v. g. M dasjenige bedeuten, womit sie §. 19. N°. 1 bis 6 bezeichnet sind, und d = das Gefälle des Kropfs vorstellet.

Die Construction eines Kropf-Gerinnes ist zweyerley. Einmal: das Schützbrett ist mehrere Fuße vom Rade entfernt, und ein Gerinne leitet das Wasser aufs Rad; oder zweytens: das Schützbrett ist dicht vor dem Rade angebracht. Im ersten Fall ist die Geschwindigkeit des an die Schaufeln schlagenden Wassers $= C = \gamma (H + \mathfrak{H} - h)^{\frac{1}{2}}$; im zweyten Fall ist $C = \gamma \sqrt{(H - \frac{1}{2}e)}$. Im ersten Fall ist das Gefälle des Kropfs, welches man in Rechnung zu bringen hat, $= \delta = d + \frac{h}{2} - P'$, im zweyten Fall $\delta = d + e - P'$. [Es ist hier ebenfalls, wie §. 19. N°. 3. $P' < \left(\frac{M}{C''B} + p\right)$; jedoch nur so lange, bis das Stau-Wasser die Höhe $d + e$ oder $d + \frac{h}{2}$ erreicht, wo alsdann der Umtrieb des Rades aufhört].

Die

Die Kraft am Kropf-Rade ist also entweder $K = M\left(\frac{C-v}{2g} + \frac{\left[d + \frac{h}{2} - P^{I}\right]}{v}\right)$

oder $K = M\left(\frac{c-v}{2g} + \frac{\left[d+e-P^{I}\right]}{v}\right)$, je nachdem das Schütz weit oder nahe vor dem Rade liegt. Nach dieser Vorstellungsart ist die zwölfte Tabelle berechnet.

Anmerkung. Wenn bey Kropf-Rädern eine unverhältnißmäßig große Wassermenge auf das Rad fließt, so setzt das Wasser schon früher, als unter der Axe des Rades, durch die Schaufeln, und hindert den Umlauf desselben. Bey Kropf-Rädern stellet der Kropf, dessen Höhe mit d bezeichnet ist, den Wasser haltenden Bogen vor. Bey mehreren Beobachtungen habe ich gefunden, daß, je nachdem das Schütz nahe oder entfernt vom Rade liegt, das Wasser auf $\frac{1}{4}$ d, $\frac{1}{3}$ d und auf $\frac{1}{2}$ d dieses Wasser haltenden Bogens, vom Ober-Gerinne abgerechnet, durch die Schaufeln abfließt.

§. 20.

Wir gelangen jetzt zur Ausmittelung der **wirklichen Last** und der **Nebenhindernisse**, welche die Kraft des Wassers am Stoß-Punkt des Kunst-Rades überwinden muß. Diese Untersuchung ist sehr mühvoll und schwierig.

N°. 1. Vorläufig übersieht man leicht, daß die **ganze Last** vierfach ist, und auf die Entfernung der Warze des Krummzapfens von der Umdrehungs-Axe gebracht werden muß.

Die erste ist: der Widerstand, welchen die Pumpen verursachen, um die Kolben auf und nieder zu bewegen, = Q. Die zweyte liegt in den Nebenhindernissen, welche durch die Reibung an den Kunstkreuzen, Werkstempeln, Wendeböcken, Balanciers u. s. w. entstehen, und welche bey jedem halben Umgang des Rades von neuem in Bewegung gesetzt werden, = Q^{I}. Die dritte ist die Summe derjenigen Hindernisse, deren statisches Moment während der Umdrehung der Warze unveränderlich (wie die Reibung am Wellzapfen des Kunst-Rades) ist, = Q^{II}. Die vierte ist die Ueberwucht, welche erfordert wird, um bey jedem halben Umgang des Krummzapfens das Gestänge nebst Zubehör von neuem in Bewegung zu setzen, = Q^{III}.

N°. 2. Der Widerstand, welchen die Pumpen verursachen = P, ist wiederum vierfach; nämlich der hydrostatische, der hydraulische, der mechanische, und der Rei-

Reibungs-Widerſtand. Nach Herrn Eitelweins Handbuch pag. 327 bis 336 iſt die hydroſtatiſche Widerſtandshöhe $= H = L + L^1$

die hydrauliſche — — $= H^1 = w^2 \left(B + \frac{L + \frac{1}{2} b}{2006.D} + \frac{1}{4g} \right)$

die mechaniſche — — $= H^{11} = \frac{b}{g\tau^2} \left(L + \frac{A}{A^1} L^1 \right)$

die Höhe des Reibungs-Widerſtandes $= H^{111} = 0{,}06 \frac{H}{D}$

Alſo die zum Aufziehen des Kolbens erforderliche Kraft iſt $= P = \psi A \, [H + H_1^1 + H^{11} + H^{111}]$ Kubikfuß Waſſer, und die zum Niederdrücken des Kolbens erforderliche Kraft

$$P^1 = \psi \, A \left(0{,}0243 . \, w^2 \left(\frac{A}{a} \right)^2 + 0{,}06 \, \frac{L}{D} \right).$$

Ferner iſt $\tau = 2 \left\{ \frac{2B \left(\frac{A}{A^1} L^1 + b \right) b}{K - L^1 - b} \right\}^{\frac{1}{2}}$ und $w = \frac{b}{\tau} = \frac{1}{2} \left\{ \frac{b(K - L^1 - b)}{2B \left(\frac{A}{A^1} L^1 + b \right)} \right\}^{\frac{1}{2}}$

ſo wie $B = 0{,}0417 \left(\frac{A}{a} \right)^2 - 0{,}016 \left(\frac{A}{A^1} \right)^2 + \frac{\frac{1}{2} b}{D} + \left(\frac{A}{A^1} \right)^2 \frac{L^1}{D^1}$ / 2006

Die Bedeutung der Buchſtaben $L . L^1 . D . D^1 . a . A . A^1 . K . B . t . n . b . w . \tau . H . H^1 . H^{11} . H^{111} . \psi . M . P . P^1$ findet man in der ſiebenten Tabelle deutlich und verſtändlich bezeichnet. Bedeutet ferner φ die Barometer-Höhe, ſo iſt die Höhe einer Waſſerſäule, welche mit dem Druck der Atmoſphäre im Gleichgewicht ſtehet, $= K = \frac{1{,}1730 \varphi}{\psi}$.

No. 3. Von den 39 Pumpen, deren Dimenſionen in der ſiebenten Tabelle beſchrieben und berechnet ſind, iſt bey jedem halben Umgang nur ein Theil in Bewegung, indem der eine Theil der Pumpen hebt, wenn der andere ſchiebt. Die Anzahl der bey jedem halben Umgang hebenden und ſchiebenden Pumpen iſt in der achten Tabelle angegeben.

No. 4.

N°. 4. Nicht nur die ganze (nach N°. 1.) vierfache Laſt, ſondern auch jeder Theil der Laſt wieder unter ſich (Tabelle VII Columne b), hat verſchiedene Angrifs-Punkte; es müſſen daher die mechaniſchen Momente der verſchiedenen Laſten und Bewegungs-Hinderniſſe auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe reducirt werden. Desbalb iſt die Laſt, welche an der Warze des Krummzapfens angebracht iſt, um den an den verſchiedenen Angrifs-Punkten angebrachten Pumpen-Laſten das Gleichgewicht zu halten, $= Q = \frac{bP + b^{I}P^{I} + b^{II}P^{II} + b^{III}P^{III}}{2r}$ u. ſ. w. [wenn nämlich r = den Halbmeſſer des Krummzapfens bedeutet.]

Die Laſt, welche an der Warze des Krummzapfens angebracht iſt, um den an den verſchiedenen Angrifs-Punkten angebrachten Neben-hinderniſſen, welche bey jedem halben Umgange des Rades von neuem in Bewegung geſetzt werden, das Gleichgewicht zu halten, beträgt $= Q^{I} = \frac{b\varphi + b^{I}\varphi^{I} + b^{II}\varphi^{II} + b^{III}\varphi^{III}}{2r}$ u. ſ. w. [wenn nämlich φ die Reibung an den verſchiedenen angegriffenen Punkten bedeutet].

Die Laſt, welche an der Warze des Krummzapfens angebracht iſt, um der Summe von Hinderniſſen, deren ſtatiſches Moment während der Umdrehung der Warze unveränderlich (wie die Reibung am Wellzapfen des großen Kunſt-Waſſer-Rades) iſt, das Gleichgewicht zu halten, beträgt $= Q^{II} = \frac{qr}{R}$ [wenn nämlich q die Reibung am Wellzapfen des Waſſer-Rades, und R den mechaniſchen Halbmeſſer des Waſſer-Rades bedeutet.]

Die Laſt, welche an der Warze des Krummzapfens angebracht iſt, um der Ueberwucht, welche erforderlich iſt, um bey jedem halben Umgange des Rades das Geſtänge nebſt Zubehör von neuem in Bewegung zu ſetzen, das Gleichgewicht zu halten, beträgt $= Q^{III} = V$ [wenn nämlich V die Ueberwucht, auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe reducirt, bedeutet.]

N°. 5. Nach des Herrn Rath Langsdorff Theorie des Krummzapfens pag. 12 und 13 muß man wegen des ungleichförmigen Ganges der Warzen am Krummzapfen $K = \frac{r}{R}(0{,}707(Q + Q^{I}) + Q^{II})$ ſetzen, worin die Ueberwucht ſchon

begriffen ist, und durch $V = \frac{r}{R}(0{,}07(Q+Q^{I}))$, so wie die eigentliche Last durch $P = \frac{r}{R}(0{,}637(Q+Q^{I}))$ ausgedrückt wird. Ich glaube aber, daß man gegen diese Vorstellungsart Einwendungen machen könne. Wenn z. B. an einem Feldgestänge die Pumpenlast Q ist und die Nebenhinderniſſe Q^{I} und Q^{II} gehörig auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe reducirt, und alle Maſſen der Maſchine, welche bey jedem halben Umgange der Kurbel von neuem in Bewegung geſetzt werden, ſo eingerichtet ſind, daß die Ueberwucht die möglichſt geringſte iſt, ſo wird $K = \frac{r}{R}(0{,}707(Q+Q^{I}))$. Es ſey alles wie vorher; nur diejenigen Maſſen, welche bey jedem halben Umgange der Kurbel von neuem in Bewegung geſetzt werden müſſen, ſollen bey gleichen Nebenhinderniſſen eine ſolche Einrichtung haben, daß die Ueberwucht um das vielfache größer wie vorher iſt, ſo kann unmöglich noch die Kraft $K = \frac{r}{R}(0{,}707(Q+Q^{I})+Q^{II})$ wie vorher, hinreichend ſeyn, die Maſchine im Gange zu erhalten. Sie muß alſo größer ſeyn, und zwar meiner Meinung nach $K = \frac{r}{R}(0{,}637(Q+Q^{I})+Q^{II}+Q^{III})$ betragen. §. 24. wird dies deutlicher bewieſen.

§. 21.

Die achte Tabelle zeigt die Anzahl der jedesmal hebenden und ſchiebenden Pumpen an den verſchiedenen Angriffs-Punkten; und zwar iſt die Nutzlaſt der hebenden Pumpen = 144.0979 Kubikfuß Waſſer, und die der ſchiebenden Pumpen = 117,9275 Kubikfuß Waſſer.

Da aber (nach §. 20. N°. 4.) dieſe an verſchiedenen Angriffs-Punkten angebrachten Pumpenlaſten auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe gebracht werden müſſen, ſo iſt die Laſt, welche denſelben das Gleichgewicht hält, = Q, für die hebenden Pumpen = 86,713, für die ſchiebenden Pumpen = 67,973 Kubikfuß Waſſer.

§. 22.

§. 22.

Außer der Last, welche bloß die Pumpen verursachen, haben wir nun noch besonders diejenigen Nebenhindernisse zu berechnen, welche durch die Massen entstehen, welche bey jedem halben Umgange des Kunstrades von neuem in Bewegung gesetzt werden. Da diese Nebenhindernisse ebenfalls wie die Pumpenlasten verschiedene Angrifs-Punkte haben, folglich ebenfalls auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe reduciet werden müssen, so ist diese Berechnung eben so weitläuftig und schwierig, wie in der siebenten Tabelle nach den §. 20. N°. 2 angegebenen Formeln. Denn das zu den zwey Soolbrunnen führende Gestänge ist 3058 Fuß lang, hingegen das auf die Gradirung führende nur 1160 Fuß. Beyde sind in verschiedenen stumpfen und spitzen Winkeln in horizontaler Richtung, und in auf- und ab-steigenden Winkeln in vertikaler Richtung gebrochen. Den Reibungs-Coefficienten darf man bey dieser sehr unvollkommenen Anlage, wo die Rede von Zapfen-Reibung ist, nicht größer als $\frac{1}{6}$, [außer beym großen Kunstrade $\frac{1}{8}$], und bey der Walzen-Reibung nur $\frac{1}{50}$ des Drucks setzen. Wenn man die Zeichnung vom Gradir- und Brunnen-Gestänge zu Hülfe nimmt, so sind **die Nebenhindernisse für das Gradir-Gestänge** folgende:

N°. 1. Die Bläuelstange ist 28 Fuß lang, 0,583 und 0,66 Fuß dick von trocknem Tannenholz, dessen specifische Schwere = 0,471 ist. Die Bläuelstange wiegt also 5,142 Kubikfuß Wasser, das Gewicht des Kugel-Eisens, des Beschlages u. s. w. enthält 3,6 Kubikfuß Wasser, also zusammen = 8,742 Kubikfuß Wasser. Heißt r = der Halbmesser der Kurbel = 1,5 Fuß, B = das Gewicht der Bläuelstange, u = der Reibungs-Coefficient, δ = der Halbmesser des Kurbelzapfens = 0,167 Fuß, so ist die Reibung auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe reduciert = $\frac{\delta}{r}$ uB = $\frac{0,167}{1,5} \cdot \frac{1}{6} \cdot 8,742 = 0,162913$ Kubikfuß Wasser.

N°. 2. Die Zugstangen am Gradirfall N°. 1. Fig. 1, am Kunstkreuz Fig. 11 und 12, und am Hochbau Fig. 15 und 16, nebst den Enden der Pumpenstangen, die nicht von Soole benetzt werden, wiegen zusammen 5,3 Kubikfuß Wasser. Der mittlere Kolbenhub ist = 1,7127 Fuß, und die Reibung auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe reduciert = $\frac{1,7127}{3} \cdot 5,3 = 2,91154$ Kubikfuß Wasser.

begriffen ist, und durch $V = \frac{r}{R}(0{,}07(Q+Q^{I}))$, so wie die eigentliche Last durch $P = \frac{r}{R}(0{,}637(Q+Q^{I}))$ ausgedrückt wird. Ich glaube aber, daß man gegen diese Vorstellungsart Einwendungen machen könne. Wenn z. B. an einem Feldgestänge die Pumpenlast Q ist und die Nebenhindernisse Q^{I} und Q^{II} gehörig auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe reducirt, und alle Massen der Maschine, welche bey jedem halben Umgange der Kurbel von neuem in Bewegung gesetzt werden, so eingerichtet sind, daß die Ueberwucht die möglichst geringste ist, so wird $K = \frac{r}{R}(0{,}707(Q+Q^{I}))$. Es sey alles wie vorher; nur diejenigen Massen, welche bey jedem halben Umgange der Kurbel von neuem in Bewegung gesetzt werden müssen, sollen bey gleichen Nebenhindernissen eine solche Einrichtung haben, daß die Ueberwucht um das vielfache größer wie vorher ist, so kann unmöglich noch die Kraft $K = \frac{r}{R}(0{,}707(Q+Q^{I})+Q^{II})$ wie vorher, hinreichend seyn, die Maschine im Gange zu erhalten. Sie muß also größer seyn, und zwar meiner Meinung nach $K = \frac{r}{R}(0{,}637(Q+Q^{I})+Q^{II}+Q^{III})$. betragen. §. 24. wird dies deutlicher bewiesen.

§. 21.

Die achte Tabelle zeigt die Anzahl der jedesmal hebenden und schiebenden Pumpen an den verschiedenen Angrifs-Punkten; und zwar ist die Nutzlast der hebenden Pumpen = 144,0979 Kubikfuß Wasser, und die der schiebenden Pumpen = 117,9275 Kubikfuß Wasser.

Da aber (nach §. 20. N°. 4.) diese an verschiedenen Angrifs-Punkten angebrachten Pumpenlasten auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe gebracht werden müssen, so ist die Last, welche denselben das Gleichgewicht hält, = Q, für die hebenden Pumpen = 86,713, für die schiebenden Pumpen = 67,973 Kubikfuß Wasser.

§. 22.

§. 22.

Außer der Last, welche bloß die Pumpen verursachen, haben wir nun noch besonders diejenigen Nebenhindernisse zu berechnen, welche durch die Massen entstehen, welche bey jedem halben Umgange des Kunstrades von neuem in Bewegung gesetzt werden. Da diese Nebenhindernisse ebenfalls wie die Pumpenlasten verschiedene Angrifs-Punkte haben, folglich ebenfalls auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe reducirt werden müssen, so ist diese Berechnung eben so weitläuftig und schwierig, wie in der siebenten Tabelle nach den §. 20. N°. 2 angegebenen Formeln. Denn das zu den zwey Soolbrunnen führende Gestänge ist 3058 Fuß lang, hingegen das auf die Gradirung führende nur 1160 Fuß. Beyde sind in verschiedenen stumpfen und spitzen Winkeln in horizontaler Richtung, und in auf- und ab-steigenden Winkeln in vertikaler Richtung gebrochen. Den Reibungs-Coefficienten darf man bey dieser sehr unvollkommenen Anlage, wo die Rede von Zapfen-Reibung ist, nicht größer als $\frac{1}{6}$, [außer beym großen Kunstrade $\frac{1}{8}$], und bey der Walzen-Reibung nur $\frac{1}{10}$ des Drucks setzen. Wenn man die Zeichnung vom Gradir- und Brunnen-Gestänge zu Hülfe nimmt, so sind **die Nebenhindernisse für das Gradir-Gestänge** folgende:

N°. 1. Die Bläuelstange ist 28 Fuß lang, 0,583 und 0,66 Fuß dick von trocknem Tannenholz, dessen specifische Schwere = 0,471 ist. Die Bläuelstange wiegt also 5,142 Kubikfuß Wasser, das Gewicht des Kugel-Eisens, des Beschlages u. s. w. enthält 3,6 Kubikfuß Wasser, also zusammen = 8,742 Kubikfuß Wasser. Heißt r = der Halbmesser der Kurbel = 1,5 Fuß, B = das Gewicht der Bläuelstange, u = der Reibungs-Coefficient, δ = der Halbmesser des Kurbelzapfens = 0,167 Fuß, so ist die Reibung auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe reducirt = $\frac{\delta}{r}$ uB = $\frac{0,167}{1,5} \cdot \frac{1}{6} \cdot 8,742 = 0,162913$ Kubikfuß Wasser.

N°. 2. Die Zugstangen am Gradirfall N°. 1. Fig. 1, am Kunstkreuz Fig. 11 und 12, und am Hochbau Fig. 15 und 16, nebst den Enden der Pumpenstangen, die nicht von Soole benetzt werden, wiegen zusammen 5,3 Kubikfuß Wasser. Der mittlere Kolbenhub ist = 1,7127 Fuß, und die Reibung auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe reducirt = $\frac{1,7127}{3} \cdot 5,3 = 2,91154$ Kubikfuß Wasser.

N°. 16. Die Reibung vom horizontalen Kunſtkreuz Fig. 10. beträgt $= \frac{1,75}{3} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{0,083}{5} (5,9 + 31,5) = 0,04024$ Kubikfuß Waſſer.

N°. 17. Die Reibung vom verticalen Kunſtkreuz Fig. 11 und 12. $= \frac{1,5}{3} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{0,083}{5} (25 + 31,5) = 0,07124$ Kubikfuß Waſſer.

N°. 18. Der Wendebock Fig. 13. verurſacht eine Reibung $= \frac{1,438}{3} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{0,083}{5} (17,5 + 31,5) = 0,0428$ Kubikfuß Waſſer.

N°. 19. Das Kunſtkreuz Fig. 14 und die zwey Balanciers Fig. 15 und 16 verurſachen, auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe gebracht, eine Reibung $= \frac{1,438}{3} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{0,083}{5} (30,6 + 31,5) = 0,0825$ Kubikfuß Waſſer.

N°. 20. Die Reibung am Gradir-Geſtänge, auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe gebracht, beträgt beym vollen Betrieb = 6,38331, wenn es aber leer gehet, 5,1379 Kubikfuß Waſſer.

Die Nebenhinderniſſe für das Brunnen-Geſtänge betragen:

N°. 21. Die Reibung von der Bläuelſtange beträgt $= \frac{0,167}{1,5} \cdot 8,742 = 0,162913$ Kubikfuß Waſſer.

N°. 22. Die Reibung von den Zug- und Pumpen-Stangen des Thürmchens des Friedrich Wilhelms- und des Kapparths-Brunnens beträgt, auf die Warze des Krummzapfens reducirt, $= \frac{1,918}{3} \cdot 8,903 = 5,637$ Kubikfuß Waſſer.

N°. 23. Das Brunnen-Geſtänge wird 637 Fuß lang durch 44 Pendelſchwingen Fig. 31, und 648 Fuß lang durch 30 ſogenannte Knechte Fig. 33.

fortgeschoben. Im mittlern Durchschnitt ist jede Schwinge oder Knecht 9 Fuß lang, und der mittlere Hub auf dieser Distance des Gestänges = 2,25 Fuß. Beym Gange des Gestänges wird dasselbe durch die 44 Schwingen und 30 Knechte auf 1285 Fuß lang um die Höhe cd Fig. 38. ab sin. vers. dab gehoben; und da cb = 1,125 Fuß ist, so ist cd = 0,08 Fuß, folglich die Reibung $= \frac{0,08}{3}$ 160 = 4,426 Kubikfuß Wasser.

N°. 24. Die Zapfen-Reibung der 44 Pendelschwingen und 30 Knechte

$= \frac{2,25}{3} \cdot 74 \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{0,041}{9} \cdot 5,5 = 0,2318$ Kubikfuß Wasser.

N°. 25. Der Rest des Gestänges ist 1773 Fuß lang, und ruhet auf 86 Walzen 0,916 Fuß im Durchmesser Fig. 32. Die Zapfen-Reibung beträgt daher

$= \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{6} \cdot 86 \cdot \frac{0,04}{0,458} \cdot 2 = 0,1669$ Kubikfuß Wasser.

N°. 26. Die Walzen-Reibung von 86 Rollen beträgt

$= \frac{2}{3} \cdot 86 \cdot \frac{1}{50} \cdot 2 = 2,293$ Kubikfuß Wasser.

N°. 27. Die Reibung am verticalen Kunstkreuz Fig. 17.

$= \frac{2,5}{3} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{0,083}{5} (56 + 65,043) = 0,276$ Kubikfuß Wasser.

N°. 28. Der Wendebock Fig. 18. verursacht eine Reibung

$= \frac{2,5}{3} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{0,083}{5} (49 + 65,043) = 0,158$ Kubikfuß Wasser.

N°. 29. Der Balancier Fig. 19. verursacht eine Reibung

$= \frac{2,2095}{3} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{0,083}{5} (4,1 + 11,995) = 0,03222$ Kubikfuß Wasser.

N°. 30. Das Kunstkreuz Fig. 20. verursacht eine Reibung

$= \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{0,083}{5} (17,6 + 65,043) = 0,15133$ Kubikfuß Wasser.

N°. 31.

N°. 31. Das liegende Kunſtkreuz Fig. 21. verurſacht eine Reibung $= \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{0,083}{5} (14,9 + 53) = 0,08266$ Kubikfuß Waſſer.

N°. 32. Der Balancier Fig. 22. und Leuker Fig. 23. verurſacht eine Reibung $= \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{6} \cdot 2 \cdot \frac{0,083}{5} (11,5 + 11,2) = 0,0838$ Kubikfuß Waſſer.

N°. 33. Die Reibung am Werkſtempel Fig. 24. $= \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{0,083}{5} (41,3 + 42) = 0,1021$ Kubikfuß Waſſer.

N°. 34. Die Reibung am horizontalen Kunſtkreuz Fig. 25 und 26. $= \frac{1,9}{3} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{0,083}{5} (14,9 + 42) = 0,13165$ Kubikfuß Waſſer.

N°. 35. Die Reibung am verticalen Kunſtkreuz Fig. 28. $= \frac{1,813}{3} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{0,083}{5} (17,7 + 42) = 0,09421$ Kubikfuß Waſſer.

N°. 36. Die Balanciers Fig. 27 und 29. verurſachen eine Reibung $= 2 \cdot \frac{1,813}{3} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{0,083}{5} (7,7 + 42) = 0,1653$ Kubikfuß Waſſer.

N°. 37. Die Reibung am Brunnen-Geſtänge, auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe gebracht, beträgt bey vollem Betrieb = 14,194967, bey leerem Gange = 13,3242 Kubikfuß Waſſer.

N°. 38. Beyde Geſtänge mit Zubehör verurſachen alſo an der Warze des Krummzapfens bey vollem Gange der Maſchine eine Hinderniſslaſt von 20,578 Kubikfuß Waſſer, bey leerem Gange aber nur = 18,462 Kubikfuß Waſſer, welche bey jedem halben Umgange des Kunſtrades von neuem in Bewegung geſetzt werden.

§. 23.

§. 23.

Die Summe von Hinderniſſen, deren ſtatiſches Moment während der Umdrehung der Warze unveränderlich iſt (wie die Reibung am Wellzapfen), gehört nun zu unſerer ferneren Betrachtung. Das Waſſerrad wiegt nebſt allem Zubehör 256,56 Kubikfuß Waſſer; der Halbmeſſer des Wellzapfens iſt = 0,116 Fuß. Da aber die Welle, außer den beyden Endpunkten, noch zweymal aufliegt, und der Halbmeſſer der Welle ſelbſt = 0,75 Fuß iſt, ſo wird man den mittleren Halbmeſſer des Wellzapfens, wo die Zapfenreibung entſtehet, = 0,458 Fuß, und alſo die Kraft, welche am Stoßpunkt des Kunſtrades erforderlich iſt, um die Zapfen-Reibung zu überwinden, annehmen können zu $K = \frac{1}{8} \cdot \frac{0{,}458}{9{,}5} \left(256{,}54 + \frac{86{,}713 + 43{,}343}{2}\right)$ = 1,937 Kubikfuß Waſſer.

Gehen beyde Geſtänge leer, ſo iſt die Kraft am Stoßpunkt, welche die Zapfen-Reibung des Kunſtrades alsdann zu überwinden hat, nur $K = \frac{1}{8} \cdot \frac{0{,}458}{9{,}5} \left(256{,}54 + \frac{12 + 12}{2}\right)$ = 1,615 Kubikfuß Waſſer. Da aber auch dieſe Hinderniß-Laſt auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe gebracht werden muß, ſo iſt bey vollem Gange der Maſchine die von der Zapfen-Reibung des Kunſtrades herrührende Hinderniß-Laſt = $1{,}937 \cdot \frac{9{,}5}{1{,}5}$ = 12,268 Kubikfuß Waſſer, und bey leerem Gange = $1{,}615 \cdot \frac{9{,}5}{1{,}5}$ = 10,229 Kubikfuß Waſſer.

§. 24.

Wir wiſſen nach §. 21.: daß die Laſt der hebenden Pumpen auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe reducirt, = 86,713 Kubikfuß Waſſer beträgt; nach §. 22.: daß die Hinderniß-Laſt derjenigen Maſſen, welche bey jedem halben Umgange des Kunſtrades von neuem in Bewegung geſetzt werden, ebenfalls gehörig reducirt, 20,578 Kubikfuß Waſſer, und nach §. 23., daß die Hinderniß-Laſt, welche beym Umgang des Kunſtrades unveränderlich iſt, = 12,268 Kubikfuß Waſſer ausmacht. Allein bey einer ſolchen Maſchine, wie die hier in Unterſuchung genommene, welche ihre Bewegung durch einen Krummzapfen erhält, deſſen Geſchwindigkeit bey jedem halben Umgange von O anfängt, und die

überhaupt eine große Menge fester und flüssiger Massen bey jedesmaligem halben Umgange von neuem bewegt, ist Ueberwucht, und zwar beträchtliche Ueberwucht erforderlich.

N°. 1. Herr Rath Langsdorff lehrt, wie ich schon §. 20. N°. 5. vorgetragen habe, in seiner Theorie des Krummzapfens, daß die Ueberwucht bey dergleichen Maschinen $= V = \frac{r}{R} [0{,}07 (Q + Q')]$, und überhaupt die Kraft am Stoßpunkt des Rades $= K = \frac{r}{R} [0{,}637 (Q + Q') + Q'' + [0{,}07 (Q + Q')]]$ betrage.

N°. 2. Nach dieser Angabe wäre also die Ueberwucht bey dieser Maschine $= V$ am Stoßpunkt des Kunstrades angebracht $= V = \frac{1{,}5}{9{,}5} (0{,}070 (86{,}713 + 20{,}578)) = 1{,}192$ Kubikfuß Wasser, und die Kraft, welche erforderlich ist, am Stoßpunkt des Kunstrades die Maschine mit allen Nebenhindernissen in Bewegung zu setzen $= K = \frac{1{,}5}{9{,}5} (0{,}637 [86{,}713 + 20{,}578] + 12{,}268 + 0{,}07 [86{,}713 + 20{,}578]) = 13{,}964$ Kubikfuß Wasser.

N°. 3. Von der Wahrheit dieser Angabe kann ich mich nicht (wie auch schon §. 20. N°. 5. angemerkt ist) überzeugen. Denn wenn die Kraft $= K = \frac{r}{R} (0{,}637 (Q + Q') + Q'')$ am Stoßpunkt des Kunstrades angebracht, mit der Last das Gleichgewicht hält, so kann die Ueberwucht $V = \frac{r}{R} (0{,}07 [Q + Q'])$ ebenfalls daselbst angebracht, unmöglich für alle gedenkbare Konstructionen von Gestängen hinreichend seyn, um die möglichst gleichförmige Bewegung eintreten zu lassen. Z. B. wenn die 2 Gestänge des Salzwerks, welche 4218 Fuß ausmachen, ihre Bewegung durchaus von solchen Knechten erhielten, wie Fig. 33. vorstellet, so würde bey jedem Schub des Gestänges eine sehr bedeutende Ueberwucht (Vorschwere) entstehen, die ebenfalls wieder eine bedeutende Ueberwucht erfordert, um dasselbe rückwärts zum Hub zu bringen. Würde dagegen dieses nemliche Gestänge, auf Leitarmen oder gar auf Frictions-Walzen ruhend, sich

hin und her bewegt, so muß die Kraft, welche erforderlich ist für die Ueberwucht von diesen Massen, welche bey jedem halben Umgange des Kunstrades oder der Kurbel von neuem in Bewegung gesetzt werden, offenbar geringer seyn. Ueberdem kommt hiebey noch die Zeit in Betracht. Je kleiner das Zeit-Moment, und also je größer die Geschwindigkeit ist, mit welcher das Gestänge hin und her geschoben wird, desto größer muß die Ueberwucht seyn. Das ist augenfällig; darauf nimmt aber die Größe $V = \frac{r}{R}(0{,}07\,[Q + Q^{I}])$, welche erforderlich ist, das Gleichgewicht zwischen Kraft und Last aufzuheben, und eine möglichst gleichförmige Bewegung eintreten zu lassen, nicht Rücksicht. Aus diesen Gründen scheint es mir durchaus nothwendig, die Ueberwucht $= Q^{III}$ (§. 20. N°. 4.) auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe reducirt, gehörig auszumitteln, und in der Formel $K = \frac{r}{R}(0{,}637\,[Q + Q^{I}] + Q^{II} + Q^{III})$ zu substituiren.

§. 25.

Nach Herrn Rath Langsdorffs Grundlehren der mechanischen Wissenschaften pag. 608. ist diese auf die Entfernung der Warze gebrachte Ueberwucht $= Q^{III} = 0{,}424\,\Pi\,\frac{[\Sigma + W]b}{2t^2 g}$. [Dabey bedeutet $\Pi = 3{,}14159$, Σ = die reducirte Größe der jedesmal nach t Secunden von neuem aus der Ruhe in Bewegung zu setzenden Massen fester Körper, W = die reducirte Größe der jedesmal nach t Secunden von neuem aus der Ruhe in Bewegung zu setzenden flüssigen Massen, b = den mittleren Kolbenhub, t = die Zeit in Secunden ausgedrückt, in welcher ein Kolbenhub geschieht, g = den beym freyen Fall in der ersten Secunde durchlaufenen Raum = 15,625, r = den Halbmesser des Kurbel-Bugs.]

N°. 1. Um nun die Formel $Q^{III} = \frac{0{,}424\,\Pi\,(\Sigma + W)b}{2t^2 g}$ auf diese Maschinen-Anlage anwenden zu können, ist es nothwendig, die Werthe $W + \Sigma$ zu bestimmen. Deren Ausmittelung ist nicht eher möglich, als bis man die verschiedenen Momente der Trägheit, sowohl der flüssigen Massen als der festen Körper, die jedesmal bey einem halben Umgange der Kurbel von neuem in Bewegung gesetzt werden, gehörig auf die Warze des Kurbel-Knees reducirt hat. Hiezu dient nachstehende Betrachtung. Aus Tabelle VII. Columne b ist bekannt, daß die an-

gegriffenen Punkte der Maschine, also die Kunstkreuze, Balanciers, Werkstempel, Wendeböcke, Frictions-Walzen, Pendelschwingen, Knechte u. s. w. verschiedene Geschwindigkeiten haben. Macht also die Kurbel einen halben Umgang = Πr, so beschreibt der mechanische Halbmesser des Kunstkreuzes Fig. 39. ac = δ den Bogen ab, welcher dem Winkel acb zugehört. Nun ist aber db = b = ac sin. acb, also $\sin. \alpha = \frac{b}{\delta}$; und daraus findet man den Bogen acb. Es ist also das auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe gebrachte Moment der Trägheit einer Masse, die jedesmal nach t Secunden von neuem aus der Ruhe in Bewegung gesetzt wird, $(\Pi r)^2 \Sigma$ den an verschiedenen Angrifs-Punkten der Maschine befindlichen Momenten der Trägheit, als $(\delta \text{Bog.} \alpha)^2\ Q + (\delta^{I} \text{Bog.} \alpha^{I})^2\ Q^{I} + (\delta^{II} \text{Bog.} \alpha^{II})\ Q^{II}$ u. s. w. gleich, also $\Sigma = \frac{(\delta \text{Bog.} \alpha)^2}{(\Pi r)^2} Q + \frac{(\delta^{I} \text{Bog.} \alpha^{I})^2}{(\Pi r)^2} Q^{I} + \frac{(\delta^{II} \text{Bog.} \alpha^{II})^2\ Q^{II}}{(\Pi r)^2}$ u. s. w. wenn obiges vorausgesetzt ist.

N°. 2. Die reducirte Größe der jedesmal nach t Secunden von neuem aus der Ruhe in Bewegung zu setzenden flüssigen Massen (Langsdorffs Maschinenlehre 1ster Band pag. 34.) ist $W = \frac{(\delta \text{Bog.} \alpha)^2}{(\Pi r)^2} \left(\frac{A}{A^{I}} L + \frac{A}{a} l\right) An$

$$= \frac{(1,8471)^2}{22,207} \left(\frac{0,2677}{0,04908} \cdot 24 + \frac{0,2677}{0,0302} \cdot 0,5\right) 0,2677 \cdot 17 = 107$$

Kubikfuß Wasser. [Es bedeutet nämlich δ Bog. α = die Geschwindigkeit des Angrifs-Punkts, Πr = die Geschwindigkeit der Kurbel in t Secunden; A. A. a L haben die Bedeutung, wie in Tabelle VII; l = bedeutet die Höhe des Kolbens, n = die Anzahl der Pumpen.]

N°. 3. Die reducirte Größe der jedesmal nach t Secunden von neuem aus der Ruhe in Bewegung zu setzenden Massen fester Körper findet man auf folgende Art:

a. Das Moment der Trägheit für eine Frictions-Walze ist = $\frac{1}{8} \delta^2 B = 0,5 \cdot 0,4^2 \cdot 0,196$ = 0,0156 Kubikfuß Wasser für 69 Stück (als so viel zum Gradirgestänge gehören) = 1,0764 Kubikfuß Wasser. Auf jeder Walze ruhet ein Stück Schubstange, welches = 1,645 Kubikfuß Wasser wiegt; also für 69 Stück = 113,5 = B. Das Moment der Trägheit hievon ist = $\delta^2 B^{I} = 0,4^2\ 113,5 = 18$ Kubikfuß

bikfuß Waſſer. Dieſe beyden M. d. T. auf die Kurbel-Warze reducirt, nämlich $(69\frac{1}{2}\,\delta^2 B + \delta^2 B^1)\,\frac{(\rho\,\text{Bog.}\,\alpha)^2}{(\Pi r)^2} = \frac{3,24}{22,207}\,(1,0764 + 18) = 3$ Kubikfuß Waſſer.

b. Das Moment der Trägheit für eine Pendelſchwinge iſt $= \frac{1}{3} l^2 B = \frac{1}{3} \cdot 10^2 \cdot 0,392 = 13,07$ Kubikfuß Waſſer, für 44 alſo $= 575$ Kubikfuß Waſſer. Für eine Schubſtange, welche in der Pendelſchwinge hängt, iſt das M. d. T. $= l^2 B = 10^2 \cdot 1,81 = 181$ Kubikfuß Waſſer, und für 44 Stück $= 7964$ Kubikfuß Waſſer. Beyde Momente der Trägheit enthalten alſo 8359 Kubikfuß Waſſer, aber auf die Kurbel-Warze reducirt $= \frac{4,84}{22,207}\,8539 = 1861$ Kubikfuß Waſſer.

c. Das Moment der Trägheit für einen Geſtänge-Knecht iſt:

Für die 2 Aerme $= 2\frac{1}{3} l^2 B = 2 \cdot \frac{1}{3} 9^2\, 0,75 \quad = 40,508$

— die 3 Queer-Riegel $3\,(l^2 + \frac{b}{3})B^1 = 3\,(9^2 + \frac{2}{3})\,0,027 = 2,205$

— die Welle $= \frac{1}{2} r^4 B = \frac{1}{2}\, 0,334 \cdot 1,97 \quad = 0,1098$

$42,8228$ Kubikf. W.

Für 30 Knechte alſo $= 1284,6840$ Kubikfuß Waſſer. Auf dieſen 30 Knechten ruhen 30 Schubſtangen, deren jede $= 2,26$ Kubikfuß Waſſer wiegt. Alſo iſt das M. d. T. für 30 Stück $30\, l^2 B = 30 \cdot 9^2 \cdot 2,26 = 5491,8$ Kubikfuß Waſſer; folglich ſind beyde M. d. T. $1284 + 5492 = 6776$. Dieſe, auf die Kurbel-Warze reducirt, machen $= \frac{4}{22,207} \cdot 6776 = 1220,6$ Kubikfuß Waſſer.

d. Das Moment der Trägheit einer Rolle iſt (§. 25. N°. 3. litt. a.) $= 0,0156$ Kubikfuß Waſſer, alſo von 88 Walzen (als ſo viel das Brunnen-Geſtänge hat) $= 1,3728$ Kubikfuß Waſſer. Für 86 Schubſtangen beträgt das M. d. T. $= 86 \cdot 0,4^2\, 1,3 = 18,89$ Kubikfuß Waſſer; und beyde M. d. T., auf die Warze des Kurbel-Knies reducirt, geben $= \frac{4,4}{22,207}\,(1,3728 + 18,89) = 3,9229$ Kubikfuß Waſſer.

e. Alle Schacht-, Pumpen-, Zug- und Bläuel-Stangen, halten zusammen 27,781 Kubikfuß Wasser, = B; der mechanische Halbmesser der Kunstkreuze, Wendeböcke, Balanciers u. s. w. ist = 5 Fuß = ϱ, also das Moment der Trägheit dafür $\varrho^2 B = 5^2 . 27{,}781 = 694{,}5$ Kubikfuß Wasser, und reducirt $\frac{3{,}3}{22{,}207} . 694{,}5 = 103{,}21$ Kubikfuß Wasser.

f. Balanciers giebt es 8 Stück; deren M. d. T. ist $= 8 . \frac{\pi}{7} \varrho B = 8 . \frac{\pi}{7} . 5^2 . 5{,}3 = 353{,}333$, und reducirt $= \frac{4{,}202}{22{,}207} . 353{,}33 = 66{,}85$ Kubikfuß Wasser.

g. Werkstempel giebt es 3 Stück; deren M. d. T. sind von der Welle $= 3\frac{\pi}{2} . r^2 B = 3\frac{1}{2} . 1^2 . 26 = 39$ Kubikfuß Wasser, von den Armen $= 3 . \frac{1}{7} \varrho^2 B^t = 3 . \frac{1}{7} . 5^2 . 7 = 17{,}5$ Kubikfuß Wasser, von den Bändern $= 3\frac{2}{7} \varrho^2 B^u = 3 . \frac{2}{7} . 5^2 . 6{,}1 = 305$ Kubikfuß Wasser, zusammen 519 Kubikfuß Wasser, und reducirt $= \frac{3{,}385}{22{,}207} . 519 = 78{,}930$ Kubikfuß Wasser.

h. Wendeböcke aber liegende Kreuze giebt es 5 Stück; deren Momente der Trägheit sind von der Welle $= 5 . \frac{\pi}{2} . 0{,}75^2 . 4 = 5{,}625$ Kubikfuß Wasser, von den Armen $= 5 . \frac{\pi}{7} . 5^2 . 6 = 250$ Kubikfuß Wasser, von den Bändern $= 5 . \frac{2}{7} . 5^2 . 5 = 416{,}662$ Kubikfuß Wasser, zusammen $= 672{,}292$ Kubikfuß Wasser, und reducirt $\frac{3{,}384}{22{,}207} . 672{,}292 = 102{,}45$ Kubikfuß Wasser.

i. Leichte Kunstkreuze giebt es 11 Stück; deren Momente der Trägheit sind für die Wellen $= 11 . \frac{1}{2} . 0{,}417^2 . 2{,}5 = 2{,}365$, für die Arme $= 11 . \frac{1}{7} . 5^2 . 4 = 366{,}666$, für die Bänder $= 11 . \frac{2}{7} . 5^2 . 3{,}3 = 605$, zusammen 974 Kubikfuß Wasser, und reducirt $\frac{3{,}384}{22{,}207} . 974 = 148{,}44$ Kubikfuß Wasser.

k. Zwey große Kunstwellen mit 3 Kreuzen, woran die Bläuelstangen befestiget sind. Als Momente der Trägheit werden gefunden: für die Wellen =

$= 2 \cdot \frac{1}{8} \cdot 0{,}875^2 \cdot 18 = 13$, für die Arme $= 3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 5^2 \cdot 16 = 400$, für die Bänder $= 3 \cdot \frac{2}{3} \cdot 5^2 \cdot 16 = 800$, zusammen 1213 Kubikfuß Wasser, und reducirt $= \frac{10{,}3944}{22{,}207} \cdot 1213{,}781 = 566{,}78$ Kubikfuß Wasser.

1. Die Momente der Trägheit der nach einem halben Umgange der Kurbel oder des Kunstrades in t Secunden von neuem in Bewegung gesetzten Massen, auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe gebracht, betragen für die festen Körper $= 4195$ Kubikfuß Wasser $= \Sigma$, für die flüssigen Massen $= W = 107$ Kubikfuß Wasser.

N°. 3. Es ist also die Ueberwucht auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe gebracht $= Q''' = V = \frac{0{,}424 \cdot 3{,}14\,[107 + 4195]\,1{,}8}{2 \cdot 4{,}82^2 \cdot 15{,}625}$ $= 14{,}33$ Kubikfuß Wasser.

§. 26.

N°. 1. Nach meiner Vorstellungsart ist also die Kraft, welche am Stoßpunkt des Kunstrades erforderlich ist, um das Brunnen- und Gradir-Gestänge mit allen hebenden und schiebenden Pumpen zu bewegen, $= K = \frac{r}{R}\,(0{,}637\,[Q + Q'] + Q'' + Q''') = \frac{1{,}5}{9{,}5}\,(0{,}637\,[86{,}713 + 20{,}578] + 12{,}268 + 14{,}33) = 14{,}972$ Kubikfuß Wasser; also (§. 24.) um 1,008 Kubikfuß Wasser größer, als nach Herrn Langsdorffs Theorie des Krummzapfens.

N°. 2. Wir haben aber schon §. 19. Tabelle VI. Versuch N°. 1 und 2. nach hydraulischen Untersuchungen gefunden, daß, um alle hebende und schiebende Pumpen des Gradir- und Brunnen-Gestänges gehörig zu bewegen, am Stoßpunkt des Rades eine Kraft von 16,089 oder 14,568 Kubikfuß Wasser erforderlich sey, welches mit dem nach mechanischen Untersuchungen gefundenen Resultat 13,964 oder 14,972 Kubikfuß Wasser gut genug übereintrift. Man muß nur nie bey dergleichen Maschinen-Berechnungen vergessen, was Herr Rath Langsdorff in seinen Grundlehren der mechanischen Wissenschaften pag. 345 sagt: „Alle Maschinen-Berechnungen sind nur als beyläufige Ueberschläge zu betrachten, die sich von der Wahrheit bald mehr, bald weniger entfernen; zwar desto weniger, je mehr man richtige „Er-

„Erfahrungen mit der Theorie zu verbinden weiß; aber doch immer wird die mögliche „Abweichung von der Wahrheit ziemlich merklich bleiben, und man wird eine sehr nahe „Uebereinstimmung mit ihr allemal als Sache des Zufalls anzusehen haben, für die „man zum voraus nicht stehen kann. Der Grund dieser Ungewißheit liegt nicht nur in „der großen Verschiedenheit zufälliger physischer Eigenschaften, welche nur eine beyläufige Bestimmung der Nebenlast gestattet, sondern auch in der Verschiedenheit „wesentlicher physischer Eigenschaften, von welchen bewegende Körper verschiedener „Art abhängen, und die wir zum Theil gar nicht kennen, und deshalb nicht genau in „Rechnung bringen können, oder die zum Theil von der Art sind, daß die davon „abhängenden bewegenden Kräfte bald größer, bald kleiner werden, und nur durch „Gränzen bestimmt werden können, zwischen die sie fallen. Wenn daher auch bey einer gewissen Art bewegender Kräfte Ungewißheiten irgend einer Art wegfallen, so treten fast immer andere an ihre Stelle, so daß wir die Genauigkeit der Resultate in „einem Falle selten mit mehr Zuverlässigkeit verbürgen können, als in einem andern „Falle beym Gebrauch andrer Kräfte."

N°. 3. Daß übrigens die Einwendungen, welche ich §. 20. N°. 5. und §. 24. gegen Herrn Langsdorffs Bestimmung der Ueberwucht in seiner Theorie vom Krummzapfen gemacht habe, der Erfahrung gemäß zu seyn scheinen, davon überzeugt man sich durch die angestellten Versuche, welche in Tabelle VI. N°. 5. 6. 7. 8. 9. 10. aufgeführt sind.

No. der Versuch nach der Tabelle VI.	Untersu- auf den ades re- meln: $+Q^{II}+Q^{III}$ §. 26. No. 1.	Die nach hydraulischen Untersuchungen gefundene Kraft am Stoßpunkt des Kunstrades Tabelle VI.
5	208	4,872
6	739	3,403
7	013	6,021
8	039	5,879
9	899	6,042
10	856	6,127

Funks Woraus

Hieraus geht wenigstens hervor, daß die durch mechanische Untersuchungen nach meiner Vorstellungsart gefundene Kraft am Stoßpunkt mit der nach hydraulischen Untersuchungen gefundenen besser, als die vom Herrn Langsdorff in seiner Theorie des Krummzapfens angegebene, übereinstimmt. In der Ausübung würde ich rathen, lieber nach meiner Vorstellungsart zu rechnen, um gewiß nicht die Kraft am Stoßpunkt zu geringe zu finden.

§. 27.

Es ist schon §. 16. erwähnt, daß der Kunst-Kanal nicht allein 65 Kubikfuß Wasser in der Secunde liefern muß, um das Brunnen- und Gradir-Gestänge mit Zubehör gehörig zu bewegen, sondern daß auch derselbe noch so viel Wasser hergeben muß, um eine Mahlmühle mit zwey Gängen zu betreiben. Es kommt also darauf an, auszumitteln, wie groß die Kraft am Stoßpunkt des Wasserrades seyn muß, um den Widerstand zu überwinden, welchen das Getraide den zwey Läufern entgegensetzt, und welchen die Nebenhindernisse verursachen. Beynahe seit einem halben Jahrhundert hat man angenommen, daß der Widerstand, welchen das Getraide dem Läufer entgegensetzt, $= R$, $\frac{1}{3\frac{1}{7}}$ des Gewichts vom Läufer, samt Zubehör $= Q$ auf $\frac{2}{3}$ des Läufer-Halbmessers gebracht, betrage; also $R = \frac{1}{3\frac{1}{7}} Q$, weil es Herr Belidor bey der Mühle la Ferre so gefunden haben will. Herr Fabrés rechnet in seinem Versuch über die vortheilhafteste Bauart hydraulischer Maschinen, und besonders der Getraide-Mühlen, $R = \frac{1}{3\frac{1}{4}} Q$. Herr Rath Langsdorff rechnet gar $R = \frac{60 \cdot Q}{N \cdot 15}$ (wenn R den Widerstand, welchen das Getraide dem Läufer auf $\frac{2}{3}$ seines Halbmessers entgegensetzt, $Q =$ das Gewicht des Läufers, $N =$ die Umläufe des Läufers in einer Minute bedeutet). Nach dem Vortrag der Herren Belidor und Fabrés wird also der Widerstand, welchen das Getraide dem Läufer entgegensetzt, unveränderlich, für einerley Q und D (wenn D den Durchmesser des Läufers bezeichnet) seyn, mag der Läufer noch so oft in der Minute umgedrehet werden. Nach Herrn Langsdorffs Formel $R = \frac{60 \cdot Q}{N \cdot 15}$ wird der Widerstand, welchen das Getraide dem Läufer entgegensetzt, immer größer, je weniger Umdrehungen derselbe in einer Minute macht, und der Widerstand wird kleiner, je mehr Umdrehungen derselbe in einer Minute macht. Eine kleine Ueberlegung lehrt, daß diese Formeln in einzelnen Fällen wohl ein wahres Resultat geben mögen, aber durchaus nicht allgemein sind. Ehe man sich auf die Unter-

Hieraus geht wenigstens hervor, daß die durch mechanische Untersuchungen nach meiner Vorstellungsart gefundene Kraft am Stoßpunkt mit der nach hydraulischen Untersuchungen gefundenen besser, als die vom Herrn Langsdorff in seiner Theorie des Krummzapfens angegebene, übereinstimmt. In der Ausübung würde ich rathen, lieber nach meiner Vorstellungsart zu rechnen, um gewiß nicht die Kraft am Stoßpunkt zu geringe zu finden.

§. 27.

Es ist schon §. 16. erwähnt, daß der Kunst-Kanal nicht allein 65 Kubikfuß Wasser in der Secunde liefern muß, um das Brunnen- und Gradir-Gestänge mit Zubehör gehörig zu bewegen, sondern daß auch derselbe noch so viel Wasser hergeben muß, um eine Mahlmühle mit zwey Gängen zu betreiben. Es kommt also darauf an, auszumitteln, wie groß die Kraft am Stoßpunkt des Wasserrades seyn muß, um den Widerstand zu überwinden, welchen das Getraide den zwey Läufern entgegensetzt, und welchen die Nebenhindernisse verursachen. Beynahe seit einem halben Jahrhundert hat man angenommen, daß der Widerstand, welchen das Getraide dem Läufer entgegensetzt, $= R$, $\frac{1}{3\frac{1}{7}}$ des Gewichts vom Läufer, samt Zubehör $= Q$ auf $\frac{2}{3}$ des Läufer-Halbmessers gebracht, betrage; also $R = \frac{1}{3\frac{1}{7}} Q$, weil es Herr Belidor bey der Mühle la Ferre so gefunden haben will. Herr Fabrés rechnet in seinem Versuch über die vortheilhafteste Bauart hydraulischer Maschinen, und besonders der Getraide-Mühlen, $R = \frac{1}{3\frac{1}{4}} Q$. Herr Rath Langsdorff rechnet gar $R = \frac{60 \cdot Q}{N \cdot 15}$ (wenn R den Widerstand, welchen das Getraide dem Läufer auf $\frac{2}{3}$ seines Halbmessers entgegensetzt, $Q =$ das Gewicht des Läufers, $N =$ die Umläufe des Läufers in einer Minute bedeutet). Nach dem Vortrag der Herren Belidor und Fabrés wird also der Widerstand, welchen das Getraide dem Läufer entgegensetzt, unveränderlich, für einerley Q und D (wenn D den Durchmesser des Läufers bezeichnet) seyn, mag der Läufer noch so oft in der Minute umgedrehet werden. Nach Herrn Langsdorffs Formel $R = \frac{60 \cdot Q}{N \cdot 15}$ wird der Widerstand, welchen das Getraide dem Läufer entgegensetzt, immer größer, je weniger Umdrehungen derselbe in einer Minute macht, und der Widerstand wird kleiner, je mehr Umdrehungen derselbe in einer Minute macht. Eine kleine Ueberlegung lehrt, daß diese Formeln in einzelnen Fällen wohl ein wahres Resultat geben mögen, aber durchaus nicht allgemein sind. Ehe man sich auf die Unter-

ſuchung einläßt, wie groß der Widerſtand iſt, welchen das Getraide dem Läufer entgegenſetzt, kommt es darauf an, daß man weiß, was ein ſolcher Läufer für Arbeit hat, um das Getraide zu zerreiben; wie dies geſchieht; und wie der Stein dazu zubereitet ſeyn muß.

N°. 1 Jeder Mühlſtein (oder Läufer) macht mehrere verſchiedene Arbeiten. [Bucquets Abhandlung vom Mahlen des Getraides]

a. Wenn das Korn in das Auge des Läufers mittelſt des Schuhes geſchüttet wird, ſo fällt es zwiſchen die Flügel der Haue.

b. Der Läufer fängt zunächſt an den Flügeln der Haue und einige Zoll weiter heraus an, das Korn zu zerquetſchen.

c. In der Mitte des Läufer-Halbmeſſers, reißt er das Getraide auf und macht es zu Grütze.

d. Endlich kommt das Korn heraus auf das Blatt, welches $\frac{2}{3}$ vom Läufer-Halbmeſſer ſeinen Anfang nimmt, und ſich an der Peripherie endiget (auch die Mehlbahn genannt), wo es vollends abgeſchaalt und von der Kleye abgeſondert wird, ſo daß Mehl daraus entſtehet.

e. Die kreisförmige Bewegung des Läufers treibt das Mehl und die Kleye durch das Mehlloch oder Rohr, von wo es in den Beutelkaſten fällt.

N°. 2. Der Läufer hat eine zwiefache Bewegung. Indem er ſich auf dem Mühl-Eiſen umdrehet, gehet er auf und nieder, weil der Steg, welcher das Mühl-Eiſen trägt, elaſtiſch iſt, und die Wirkung einer Feder hat. Dieſer biegt ſich und läßt den Läufer ſich ſenken, um das Getraide zu zerquetſchen; hierauf gehet er wieder aufwärts, und hebt den Läufer, während die Geſchwindigkeit des letztern die Luft ſtark bewegt, und das Mehl dadurch aus dem Steine heraustreibt.

N°. 3. Im Bodenſtein ſowohl als in dem Läufer müſſen Vertiefungen eingehauen werden, (jedoch in erſterem nicht ſo ſcharf, als in letzterem) dieſe nennt man Strahlen, die feineren Hauſchläge. Durch dieſe Strahlen und Hauſchläge (welche beym Bodenſtein eine entgegengeſetzte Richtung, als wie beym Läufer haben) entſtehet das Zerreiben des Getraides. Je zweckmäßiger die Steine mit Rückſicht auf die bewegende Kraft geſtrahlt ſind, je beſſeres und je mehr Mehl erhält man ohne Steingeruch, je leichter und ſanfter wird die Kleye, je weniger Grütze entſtehet. Die Erfahrung hat gelehrt, daß ſpiralförmige Strahlen und ſchräge Hauſchläge die beſten ſind und das mehrſte Mehl geben. [Die richtige Verzeichnung der Strahlen eines

eines Mühlensteins für eine bestimmte Geschwindigkeit des Steins ist so leicht nicht. Vorläufig übersieht man leicht, daß, je gekrümmter die Strahlen sind, desto länger das Getraide unter dem Steine verweilt und erhitzt wird; die Spiralen müssen also nach einem eigenen Gesetz, mit Rücksicht auf diesen Umstand, verzeichnet werden. Die Strahlen müssen eigentlich so verschieden seyn, so verschieden die Kornarten, deren Güte, und die bewegenden Kräfte sind. Z. B. beym Waizen nicht so eng zusammen, wie beym Rocken; beym feuchten Getraide die Strahlen tiefer, wie beym trocknen Getraide. Ist die Kraft, womit die Getraide-Mühle in Bewegung gesetzt wird, sehr groß, also die Anzahl der Umläufe in einer Minute sehr groß, so müssen die Strahlen weiter aus einander seyn, und also weniger Strahlen sich in der Fläche des Läufers und des Bodensteins, als bey einer geringeren bewegenden Kraft, und weniger Umläufe des Läufers in einer Minute befinden; dahingegen müssen bey ersterer die Strahlen tiefer, als bey letzterer, eingehauen werden, damit sich nicht das Mehl erhitze. Dies alles hat aber natürlich seine Gränzen; macht man z. B. die Strahlen zu tief, so erhält man harte Grütze u. s. w.]

N°. 4. Eine Hauptschwierigkeit ist das richtige Auflegen des Läufers, daß er nicht nach einer Seite hänge, sondern gleichmäßig aufliege, und nicht schlottere oder flattere, wodurch sich der Läufer auf der einen Seite mehr wie auf der anderen abnutzt.

N°. 5. Je höher man den Läufer mittelst der Tragebank stellt, desto später faßt derselbe das Korn; es wird alsdann nicht so zerschnitten, die Grütze nicht roth, und das Mehl nicht mit Kleye durchmischt. Dies hat aber wieder seine Gränzen. Stellt man den Läufer so hoch, daß derselbe das Korn erst auf $\frac{1}{2}$ oder gar $\frac{2}{3}$ seines Halbmessers faßt, so muß das Blatt (oder die Mehlbahn) Mehl, Grütze und Kleye auf einmal machen, und alles wird mittelmäßig oder gar schlecht. Man muß daher beym schnellen Umlauf des Läufers die Höherstellung desselben mittelst der Tragebank genau abpassen, um Erhitzung des Mehls zu verhüten; aber man muß ihn auch nicht zu hoch stellen, weil alsdann der Nutz-Effect nicht erreicht wird.

N°. 6. Der Läufer muß so schwer seyn, daß er bey dem sehr schnellen und heftigen Umschwingen nicht schlottert, sondern gleichförmig schwingt. Hat er diese Eigenschaft, so ist er auch schwer genug, um Getraide aller Art vorzüglich gut zu mahlen. Je langsamer ein Mühlstein umgeschnellt wird, desto geringer kann die Höhe des Steins seyn Es hängt also der Widerstand, welchen das Getraide dem Läufer entgegensetzt, nicht unbedingt, sondern nur in der vorher bestimmten Eigenschaft von dem Gewicht des Läufers, ab.

Hat

Hat man irgend Getraide-Mühlen beobachtet, deren Läufer z B. 3,5 Fuß im Durchmesser hat, 2 Fuß dick ist, und 240 Umläufe in einer Minute macht, so findet man, daß derselbe bis auf 10 Zoll an der Dicke oder Höhe abnehmen kann, ehe er zum Bodenstein abgesetzt wird. Bis zu dieser Gränze von 24 bis 10 Zoll Dicke giebt der Läufer bey gehörigem Umschwung von 240 Umläufen in der Minute gleich gutes und gleich viel Mehl, wenn übrigens derselbe nur gehörig gestrahlt, gut gerichtet und gestellt ist. Dahingegen kann bey Schiffmühlen ein Läufer von 4,5 bis 5 Fuß im Durchmesser und 20 bis 18 Zoll dick, zu 6 Zoll ausgemahlen werden, ehe man ihn zum Bodenstein absetzt, weil der Läufer in der Minute, bey gewöhnlichem Wasserstande, mehr nicht wie 80 bis 50 Umläufe macht.

N°. 7. Nach vielen Erfahrungen, die ich über alle mögliche Arten von Getraide-Mühlen (sie mögen durch thierische oder andere Kräfte in Bewegung gesetzt werden) gesammlet habe, ergiebt sich das Resultat: daß die Geschwindigkeit des Läufers auf $\frac{2}{3}$ seines Halbmessers nicht kleiner als sechs Fuß, und nicht größer als höchstens dreyßig Fuß in der Secunde seyn darf, um gutes Mehl zu mahlen. Herr Belidor, Fabrés und Langsdorff halten diejenigen Umläufe des Läufers für die vortheilhaftesten, wo derselbe auf $\frac{2}{3}$ seines Halbmessers eine Geschwindigkeit von sechszehn Fuß in der Secunde hat. Nach meiner Erfahrung giebt ein Läufer die größtmöglichste Menge Mehl bey übrigens gleichen Umständen, wenn die Geschwindigkeit des Läufers auf $\frac{2}{3}$ seines Halbmessers zwanzig Fuß in der Secunde beträgt, weil alsdann das Korn gleich von den Flügeln der Haue an zerquetscht wird. Bey dieser Geschwindigkeit des Läufers ist auch der Widerstand, welchen das Getraide demselben entgegensetzt, am größten.

Ueberhaupt kommt es, um gutes Mehl zu machen, auf folgende Umstände an:

a. ob das zu mahlende Getraide feucht oder trocken ist;

b. ob das Strahlen der Läufer und das Anbringen der Hauschläge zweckmäßig geschehen; ferner

c. ob der Läufer mittelst der Tragebank nach Verhältniß seiner Geschwindigkeit gehörig gestellt ist;

d. auf die Art des Gemahls, z B. ob man sehr feines weißes Mehl, oder Mehl zur Speise, oder zu grobem Brode, oder gar Schroot haben will; denn darnach wird der Läufer gestellt, und darnach richtet sich zum Theil auch der Widerstand des Getraides;

c. ob die bewegende Kraft hinreichend vorhanden ist, um dem Läufer die vortheilhafteste Geschwindigkeit auf $\frac{2}{3}$ seines Halbmessers zu ertheilen;

f. ob der Läufer richtig abgegangen ist, nicht flattert oder schlottert u. s. w.

N°. 8. Der Widerstand, welchen das Getraide dem Läufer auf $\frac{2}{3}$ seines Halbmessers entgegensetzt, hängt nur zum kleinsten Theil vom Gewicht des Läufers, besonders aber von der Fläche und Geschwindigkeit, womit er auf $\frac{2}{3}$ des Halbmessers in der Secunde herumgeschleudert wird, ab. Denn die Erfahrung lehrt, daß, je größer die Geschwindigkeit ist, womit der Läufer herumgeschnellt wird, desto mehr Getraide durch das Auge desselben fallen muß, und desto größer der Widerstand wird. Oder allgemein: Der Widerstand, welchen das Getraide dem Läufer entgegensetzt, wächst mit der Geschwindigkeit, womit der Läufer herumgeschnellt wird, vorausgesetzt, der Läufer bleibt in unveränderlicher Höhe gestellt. Da aber der Läufer für Geschwindigkeiten, die größer als 20 Fuß (auf $\frac{2}{3}$ seines Halbmessers) in der Secunde sind, nicht in einer unveränderlichen Höhe gestellt bleiben kann, sondern erhöhet werden muß, so wird dadurch die Reibungs-Fläche, worauf das Korn zerquetscht und die Grütze und das Mehl gemacht wird, geringer, folglich auch der Widerstand, welchen das Getraide verursacht. Es giebt also offenbar eine Geschwindigkeit und Stellung des Läufers, wobey die größte Menge Mehl gemahlen wird, und der Widerstand am größten ist; und diese Geschwindigkeit ist auf $\frac{2}{3}$ des Halbmessers in der Secunde 20 Fuß. Für alle Geschwindigkeiten des Läufers, die kleiner als 20 Fuß sind, und bis zu 6 Fuß in der Secunde abnehmen, kann die Reibungs-Fläche dieselbe, und die Stellung des Läufers unveränderlich bleiben, und der Widerstand wird im Verhältniß der Geschwindigkeit des Läufers geringer. Für alle Geschwindigkeiten des Läufers, die größer als 20 Fuß sind, und bis zu 30 Fuß auf $\frac{2}{3}$ des Halbmessers in der Secunde wachsen, muß die Stellung des Läufers nach und nach erhöhet werden, und der Widerstand wird nach und nach abnehmen, je geringer die Reibungs-Fläche ist, auf welcher die Zerquetschung des Getraides und das Grütz- und Mehlmachen vor sich gehet.

N°. 9. Nach meiner Erfahrung finde ich zwey Resultate, welche den Widerstand angeben, welchen das Getraide dem Läufer auf $\frac{2}{3}$ seines Halbmessers entgegensetzt. Bezeichnet man: $\Pi = 3{,}14159$, $D =$ der Durchmesser des Läufers, $\delta =$ der Durchmesser des Mehllochs im Läufer, $r =$ der Halbmesser des Läufers, $G =$ die Geschwindigkeit, welche der Läufer auf $\frac{2}{3}$ seines Halbmessers in der Secunde hat, $Q =$ das Gewicht des Läufers in Kubikfuß Wasser ausgedrückt, $R =$ der Widerstand, welchen das Getraide dem Läufer auf $\frac{2}{3}$ seines Halbmessers entgegensetzt, in

Kubikfuß Waſſer ausgedrückt, ſo iſt für Geſchwindigkeiten des Läufers auf $\frac{2}{3}$ ſeines Halbmeſſers von ſechs bis zu zwanzig Fuß in der Secunde, entweder $R = \frac{GQ}{\frac{3841}{\frac{2}{3}r \cdot 2\Pi}} = \frac{2\Pi\frac{2}{3}r}{3841} \cdot GQ = 0{,}0010906\ GQr$ Kubikfuß Waſſer, oder $R = \frac{\Pi}{4}(D^2 - d^2)\frac{G}{100}$ [die letztere Formel halte ich für die richtigſte.] Für Geſchwindigkeiten des Läufers auf $\frac{2}{3}$ ſeines Halbmeſſers von dreyßig Fuß in der Secunde, entweder $R = \frac{5}{12}\frac{\Pi DGQ}{3841} = 0{,}0003408\,DGQ$ Kubikfuß Waſſer, oder $R = \frac{\Pi}{4}(D^2 - \frac{4}{9}D^2)\frac{G}{100} = \frac{\Pi}{4}(1 - \frac{4}{9})\frac{D^2 \cdot G}{100}$ [die letztere Formel halte ich für die richtigſte.] Die Reſultate beyder Formeln überſieht man ſehr deutlich in der neunten Tabelle, und erhält dadurch einen Ueberblick von den Widerſtänden, welchen das Getraide dem Läufer bey verſchiedenen Geſchwindigkeiten auf $\frac{2}{3}$ ſeines Halbmeſſers entgegenſetzt.

N°. 10. Der nutzbare Effect einer Mahlmühle, oder die Menge Mehl, welche dieſelbe in einer beſtimmten Zeit abmahlt, hängt von der Fläche des Läufers und der Geſchwindigkeit ab. Denn wenn das Korn gleich von den Flügeln der Haue an zerquetſcht, alsdann zu Grütze, und endlich zu Mehl mit einer Geſchwindigkeit von 20 Fuß (auf $\frac{2}{3}$ des Läufer-Halbmeſſers in der Secunde) gemacht wird, ſo muß im Nutzeffect offenbar größer ſeyn, als wenn das Korn erſt auf der Hälfte des Läufer-Halbmeſſers gefaßt, und von da bis zur Peripherie zerquetſcht, und zu Grütze und Mehl gemacht wird, wenn auch die Geſchwindigkeit, gehörig angebracht, 30 Fuß beträgt. Dies beſtätiget offenbar die zwölfte Tabelle. Denn im Verſuch N°. 1 wurde in 21,5 Minuten ein Berliner Scheffel Rocken, fünfmal aufgeſchüttet, zu Speiſebrodt gemahlen, als die Geſchwindigkeit des Läufers 22,8 Fuß auf $\frac{2}{3}$ des Halbmeſſers in der Secunde, und die Berührungs-Fläche des Läufers 6,412 □Fuß betrug, alſo das Moment = 22,88 . 6,412 = 146,706. Im Verſuch N°. 5 Tabelle XII. wurde auf gleiche Art in 20 Minuten Mehl zu Speiſebrodt, fünfmal aufgeſchüttet, mit einer Geſchwindigkeit auf $\frac{2}{3}$ des Läufer-Halbmeſſers von 17 und einer Berührungs-Fläche von 11 □Fuß aus einem Berliner Scheffel gemahlen, wo alſo das Moment = 17,06 . 11 = 187,66. betrug.

Aber der nutzbare Effect einer Mahlmühle hängt nicht allein von der läche und Geschwindigkeit des Läufers, sondern auch noch von folgenden Umänden ab, wenn man nämlich zwey Mahlmühlen in Hinsicht des Nutz-Effects vergleichen will:

a. ob einerley Art Getraide genommen wird, welches gleich gut ist, und gleich schwer wiegt;

b. ob beyde Arten Getraide ganz trocken sind;

c. ob die Läufer gehörig nach Verhältniß der bewegenden Kraft gestrahlt und beide zu gleicher Zeit scharf gemacht sind;

d. ob die Läufer beide gehörig abgegangen sind;

e. ob man das Getraide nur einmal gut durchmahlt, dabey aber

α. die Beutel von einerley Dichtigkeit nimmt, und

β. das Mehl, die Kleye und den Abgang genau nach dem Gewicht bestimmt.

Auf diese Art ist es nur möglich, den nutzbaren Effect zweyer Getraideühlen gehörig mit einander zu vergleichen. Die Methoden, deren die Herren Belidor, ibrés und Langsdorff sich bedient haben, um den nutzbaren Effect zweyer Mahlühlen zu bestimmen, nämlich daß $KG : R^1 G^1 = S : S^1$ sey, (wenn S und S^1 die nen einer bestimmten Zeit abgemahlne Menge Getraide in Pfunden bedeutet), stimn mit der Erfahrung keinesweges, wovon man sich aus Tabelle XII. Versuch N°. 1. d N°. 9 überzeugen kann.

Beym Versuch N°. 1. ist $KG = 57{,}591$, beym Versuch N°. 9. ist KG 30,715; gleichwohl wird bey N°. 9. in 20 Minuten ein Berliner Scheffel Geide, fünfmal aufgeschüttet, zu Speisebrodt gemahlen, wenn beym Versuch N°. 1. solnur in 21,5 Minuten geschieht.

Durch diese Bemerkungen über den Widerstand bey Getraide-Mühlen hoffe keinen unwichtigen Beytrag zur Maschinenlehre geliefert zu haben.

§. 28.

Mit Rücksicht auf die Theorie, welche ich im §. 27. vorgetragen habe, rde ich nun die bewegende Kraft berechnen, welche erforderlich ist, um die zwey Mahlnge der Neusalzwerker Getraide-Mühle zu betreiben.

N°. 1. Die Breite des Schützwerks ist = 1,667 Fuß, das Schütz war = 1,416 Fuß hoch gezogen, der Wasserstand = 6 Fuß auf den Fachbaum.

N°. 2. Das Gerinne, welches vom Schützwerk auf das Wasserrad führt, ist 26 Fuß lang, 1,667 Fuß breit, die Wasserhöhe 1,416 Fuß, und hat 0,334 Fuß Gefälle.

N°. 3. Die Geschwindigkeit des Wassers in der Schützöffnung beträgt $= 6{,}76\sqrt{(6-0{,}708)} = 15{,}551$ Fuß, und die des anschlagenden Wassers [nach meinen Beyträgen zur allgemeinen Wasserbaukunst 1ster Band §. 101. N°. 3.] $= 6{,}76\sqrt{[6+0{,}334-1{,}416]} = 14{,}993$ Fuß, also die Wassermenge, welche auf das Rad stürzt, $= 6{,}76 \cdot 1{,}416 \cdot 1{,}667\sqrt{(6-0{,}708)} = 36{,}707$ Kubikfuß Wasser. Durch die Spielräume gehen 6 Kubikfuß Wasser verlohren; folglich gelangen wirklich zum Stoß und Druck = 30,707 Kubikfuß Wasser.

N°. 4. Die Mühle hat ein Staberrad von 15 Fuß im Durchmesser, woran der mechanische Halbmesser = 7 Fuß beträgt. Das Rad hat 36 Schaufeln 2,2 Fuß lang, und hängt in einem Knopf, der 3 Fuß Gefälle und solchen Spielraum hat, daß es auf jeder Seite = 0,15 Fuß von den Wänden, und vom Gerinneboden = 0,083 Fuß absiehet. Das Gerinne ist unterhalb der Axe des Rades noch 12 Fuß lang und 2,5 Fuß breit.

N°. 5. Das Rad macht in 6,424 Secunden einen, und in 60 Secunden 9,34 Umgänge.

N°. 6. Der Umfang des Rades ist $= 2\Pi R = 43{,}982$ Fuß.

N°. 7. Die Geschwindigkeit des Rades am Stoßpunkt ist in der Secunde = 6,8465 Fuß.

N°. 8. Die Wasserhöhe im Untergerinne ist $\frac{M}{v\beta} = \frac{36{,}707}{6{,}8465 \cdot 2{,}5}$ = 2,0958 Fuß.

N°. 9. Da das Schütz nicht dicht vor dem Rade, sondern 26 Fuß davon entfernt ist, so wird man (§. 19. N°. 14.) $\delta = 3 + \frac{1{,}416}{2} - 2{,}0958 = 1{,}614$ Fuß setzen müssen, und die bewegende Kraft am Stoßpunkt des Rades wird seyn $= K = M - \Sigma\left(\frac{C-v}{2g} + \frac{\delta}{v}\right) = 36{,}707\left[\frac{8{,}147}{31{,}25} + \frac{1{,}614}{6{,}8465}\right] = 15{,}18$ Kubikfuß Wasser.

N°. 10.

N°. 10. Das gehende Werk ist so eingerichtet, daß das an der Wasserrads-Welle angebrachte Kammrad (welches 64 Kämme hat) in einen Drehling (von 40 Stöcken) greift, der an eine perpendikulair stehenden Welle unten und oben an ein in horizontaler Lage schwingendes Stirnrad (von 88 Kämmen) angebracht ist, welches zugleich zwey Getriebe (eines von 15, ein zweytes von 12 Stöcken) samt den daran befindlichen Läufern in Bewegung setzt. Wenn also das Wasserrad einmal umgehet, so kommt der Läufer des einen Mahl-Ganges, welcher 15 Stöcke im Getriebe hat, 9,3867 mal herum, wenn der zweyte Läufer, welcher 12 Stöcke im Getriebe hat, = 11,735 mal herum kommt.

N°. 11. Da aber (nach §. 28. N°. 5.) das Wasserrad in einer Minute 9,34 mal herum geschleudert wird, so wird also ebenfalls in einer Minute der erste Läufer 9,34 . 9,3867 = 87,671, der zweyte 9,34 . 11,735 = 109,61 mal herum kommen.

N°. 12. Die Läufer sind von verschiedenen Durchmessern und Höhen. Der erste hat 5 Fuß, der zweyte 4 Fuß im Durchmesser; der erste ist 1,5, der zweyte 1,833 Fuß hoch.

N°. 13. Die Geschwindigkeit auf $\frac{2}{3}$ des Läufer-Halbmessers beträgt für den ersten Läufer = G = 15,305 Fuß, für den zweyten G = 15,234 Fuß.

N°. 14. Der Widerstand, welchen das Getraide dem Läufer auf $\frac{2}{3}$ seines Halbmessers entgegensetzt, beträgt für den ersten Mahlgang (nach §. 27. N°. 9.) $R = \frac{\Pi}{4}(D^2 - \delta^2)\frac{G}{100} = 2{,}903$ Kubikfuß Wasser, und für den zweyten Gang = R = 1,8307 Kubikfuß Wasser. Also ist das Moment des Widerstandes auf $\frac{2}{3}$ des Halbmessers für den ersten Gang $= \frac{D}{3} R = 4{,}8383 = F$, für den zweyten Gang $= \frac{D}{3} R = 2{,}4408 = F$.

N°. 15. Die Nebenhindernisse der zwey Mahlgänge sind bey dieser Mühle viererley. Das erste Nebenhinderniß ist das Moment der Reibung am Zapfen des Mühl-Eisens, und beträgt für den ersten Gang $= \frac{2}{3} . 0{,}083 . \frac{1}{8} . 69{,}735 = 0{,}4843 = F^1$, für den zweyten Gang $= \frac{2}{3} . 0{,}083 . \frac{1}{8} . 53{,}973 = 0{,}3749 = F^1$ oder $F^1 = \frac{2}{3} \delta \Pi Q$. Das zweyte ist das Moment der Reibung, welche die stehende Welle nebst Zubehör auf dem Zapfen

verurſacht; ſelbiges iſt $F^{II} = \frac{2}{3} \delta^{I} n A$, alſo für den erſten Gang iſt $F^{II} = \frac{2}{3}\ 0{,}093 \cdot \frac{1}{6} \cdot 41{,}57 = 0{,}3412$. Das dritte iſt die Reibung, welche bey dem doppelten Räderwerk jedes Mahlganges an den Kämmen und Triebſtöcken entſteht, $= \frac{19^2}{18^2} = F^{III}$. Das vierte iſt die Reibung, welche an den Zapfen der Waſſerrads-Welle auf den Stoßpunkt der bewegenden Kraft reducirt wird, und (nach §. 23.) $= F^{IIII} = \frac{1}{8} \cdot \frac{0{,}125}{7} \left(102{,}703 + \frac{36{,}707 + 15{,}18}{2}\right) = 0{,}28706$ Kubikfuß Waſſer beträgt.

N°. 16. Die Laſt, welche die bewegende Kraft $= K$ am Stoßpunkt zu überwinden hat, iſt alſo, wenn $n =$ die Anzahl der Umdrehungen bedeutet, welche der Läufer jedes Ganges macht, wenn das Waſſerrad einen Umgang vollendet,

für den erſten Gang $K = \frac{\frac{19^2}{18^2} n \left[\frac{2}{3} \delta n A + \frac{2}{3} \delta n Q + \frac{D}{3} R\right] + \frac{n \delta^{II}}{R}\left(B + \frac{M + K}{2}\right)}{R}$

$= \frac{19^2}{18^2} n \frac{(F^{II} + F^{I} + F)}{R} + F^{IIII} = 8{,}74906$ Kubikfuß Waſſer; für den zweyten Gang $= \frac{19^2}{18^2} \frac{n}{R} \left[\frac{2}{3} \delta n Q + \frac{D}{3} R\right] = \frac{19^2}{18^2} \frac{n}{R} \left[F^{x} + F\right] = 5{,}2521$ Kubikfuß Waſſer. Die Laſt, welche ſich alſo dem Stoßpunkt entgegenſetzt, beträgt für die zwey Mahlgänge der Neuſalzwerker Getraide-Mühle $= K = 8{,}74906 + 5{,}2521 = 14{,}00116$ Kubikfuß Waſſer, und die bewegende Kraft nach hydrauliſchen Unterſuchungen (§. 28. N°. 9.) $= 15{,}18$ Kubikfuß Waſſer.

N°. 17. Wenn eine unverhältnißmäßig große Waſſermenge auf das Rad ſtürzt, ſo wird dadurch kein größerer Effect der Mühle hervorgebracht. Solches wird augenſcheinlich durch einen hydrometriſchen Verſuch [in meinen Beyträgen zur allgemeinen Waſſerbaukunſt 1ſter Band §. 53. Tabelle XX. Anmerkung] bewieſen. Der Waſſerſtand vor der Mühle war $= 6{,}21$ Fuß, der Schützaufzug $= 3{,}54$ Fuß, die Waſſermenge $= 83{,}963$ Kubikfuß; das Waſſerrad machte nur 9 Umdrehungen in der Minute; die Geſchwindigkeit des an die Schaufeln ſchlagenden Waſſers betrug $= 11{,}716$ Fuß, die Geſchwindigkeit des Rades $= 6{,}5973$ Fuß, die Waſſerhöhe

je im Gerinne unterhalb der Uhr des Rades = 5,000 Fuß; alſo wird die Geſchwindigkeit am Stoßpunkt = K = 83,565 − 11,864 Kubikfuß Waſſer.

§. 29.

Es werden folglich zur Betreibung der Trommel und Drahtung noch 84,565 Kubikfuß Waſſer pro Secunde 65,100 Kubikfuß Waſſer, zur Betreibung der zwey Stampfwerke = 36,707 Kubikfuß, alſo überhaupt 101,807 Kubikfuß Waſſer erfordert. Nach dem 16ten §. wiſſen wir, daß bey angewendeter Zuſammenſetzung der Laufräder einmal bey 2,66 Fuß Waſſerſtand auf dem Fachbaum der Laufgraben und der Mühle 84,565 Kubikfuß Waſſer zufließet. Will man alſo Zwirn zur Verfertigung der Kunſt und Mühle verwenden, ſo iſt zu bedenken, daß man bey der trockenſten Jahrszeiten höchſtens 3 Fuß Waſſerſtand auf dem Fachbaum, und 15 Kubikfuß Waſſer pro Secunde zur Diſpoſition hat.

§. 30.

N°. 1. Es iſt §. 4. N°. 3. erwähnet worden, daß zum Heben des Hebloch N°. 1. Fig. 30. C. in Schwung durch die Hand benutzet, und zwar daß in einer Minute 20 Kolbenhube geſchehen; ſo gibt demnach die Geſchwindigkeit des Kolbens = 0,5 und die der Arbeiter = 3,315 Fuß. Aus der ſechſten Tabelle iſt nun klar, daß die Kraft, welche erforderlich iſt, den Kolben von N°. 11. auf- und 1 Kolben von N°. 40 niederzudrücken, = P − P' = 3,435 − 0,2001 = 3,2349 Kubikfuß Waſſer, hingegen die Kraft, um den Kolben N°. 10. auf- und N°. 11. niederzudrücken, = P + P' = 3,435 + 0,2001 = 3,6351 Kubikfuß Waſſer betragt.

N°. 2. Die Kraft, welche hierzu am angezeigten Punkt erforderlich [illegible], beträgt nach mechaniſcher Berechnung im erſten Fall K = [illegible] = 11,195 Kubikfuß Waſſer; im zweyten Fall K = [illegible] = [illegible] Kubikfuß Waſſer. Nach ſtatiſcher Berechnung im erſten Fall = K = [illegible] = 11,201

= 1,251 Kubikfuß Waſſer; im zweyten Fall = $K = \frac{3,6371 \cdot 1,5}{9,5} = 0,5753$ Kubikfuß Waſſer.

N°. 3. Außerdem ſind noch zwey Bewegungshinderniſſe. Das erſte ſind die Kolbenſtangen, welche nicht von Soole benetzt werden; das zweyte iſt die Zapfen-Reibung der Welle, woran die Hebels-Arme der Laſt- und Kraft befeſtiget ſind. Erſteres beträgt, auf den angegriffenen Punkt der Kraft reducirt, $= \frac{1,5}{9,5} \cdot 0,3 = 0,04736$ Kubikfuß Waſſer; das zweyte, ebenfalls auf dieſen Punkt reducirt, $= \frac{1}{6} \cdot \frac{0,083}{9,5} \left(2,5 + \frac{(7,9241 + 1,2)}{2}\right) = 0,0102$ Kubikfuß Waſſer.

N°. 4. Die bewegende Kraft beträgt alſo am angegriffenen Punkt $K = 1,251 + 0,04736 + 0,0102 = 1,30856$ Kubikfuß Waſſer = 85,446 ℔. Folglich wirkt jeder Arbeiter mit 42,723 ℔ Kraft, welches der Erfahrung vollkommen angemeſſen iſt.

§. 31.

Es iſt ſchon in Anregung gekommen, daß in der Werre ein großes Faſchinen-Wehr Fig. 30. t angelegt iſt, welches vom Ober- bis zum Unter-Waſſer 9,89 Fuß Gefälle, und auf dem Scheitel 1,09 Fuß Waſſer hat, wenn ſich auf dem Fachbaum der Einlaß-Arche s Fig. 30. 5,05 Fuß Waſſer befindet. Dieſes Wehr iſt 1795, als das vorherige vom Eisgang zerſtört war, in einem 30 Fuß tiefen Kolk mittelſt Faſchinen nach Art der Faſchinen-Coupirungen, welche mit Sand, Erde und Grand beſchwert werden, erbauet worden, und ſtauet alſo im mittleren Durchſchnitt die Werre 9,89 Fuß hoch.

N°. 1. Das Wehr hat nach der Länge des Stroms eine einfüßige Einfalls-, und eine drey und vierzig und ½füßige Abfalls-Doſſirung. Nimmt man über dem Scheitel des Wehrs einen Queerſchnitt, ſo iſt nach der Einlaß-Arche s Fig. 30. zu die Ufer-Doſſirung zwölf, nach der gegenüber ſtehenden Weſter Seite zu achtzehnfüßig. Der ganze Längen-Durchſchnitt beträgt 408 Fuß, der Queer-Durchſchnitt 496 Fuß. Die Ufer-Doſſirungen, ſo weit die zwölf- und achtzehnfüßige Ausladung reicht, ſind mit Weiden bewachſen, oder es wird doch immer dafür geſorgt, daß ſie mit Weiden bepflanzt werden, dahingegen auf der

Strom-

Strom- und Eis-Bahn natürlich kein Wachsthum der Weiden statt finden kann. Der Queerschnitt über dem Scheitel des Wehrs von der Krone einer Damm-Spitze bis zur andern ist als ein Trapezium anzusehen, dessen Höhe (vom Scheitel des Wehrs bis an die Krone der Damm-Spitze) 12 Fuß, dessen Basis (die Unter-Breite oder der eigentliche Scheitel des Wehrs) 224 Fuß, und dessen gegenüberstehende Seite (die Oberbreite) des Wehrs 496 Fuß beträgt.

N°. 2. Beym höchsten Wasser der Werre stehet das Oberwasser 8,5 Fuß über dem Scheitel des Wehrs, und die Differenz zwischen dem Ober- und Unter-Wasser beträgt nur 1,5 Fuß, da sie beym niedrigsten Stande der Werre 9,89 Fuß ausmacht.

N°. 3. Nach meinen Beyträgen zur allgemeinen Wasserbaukunst 1ster Band Tabelle XXX. Versuch N°. 24. und §. 103. N°. 1. beträgt die Wassermenge der Werre, welche beym höchsten Wasser, nach bisher bekannten Beobachtungen, in einer Secunde über das Wehr stürzt, $= M = 25340$ Kubikfuß. Diese Berechnung ist aber nicht ganz richtig. §. 127. Anmerkung meiner Beyträge 1ster Band wird bewiesen, daß dasjenige Wasser, welches Fig. 51. durch die Höhe CA fließt, nicht mit der der ganzen Höhe EC zugehörigen Geschwindigkeit abgeführt wird, sondern daß in vielen Fällen die Geschwindigkeit des Wassers auf dem Scheitel A des Wehrs viel geringer als bey C seyn kann. Für diesen Fall sey die Geschwindigkeit des Wassers in $C = 1$, so wird sie bey A geringer und höchstens $\frac{2}{3}$ seyn; die Abnahme der Geschwindigkeit in der Perpendiculaire CA von der Oberfläche gegen den Boden beträgt also wenigstens $\frac{1}{3}$, folglich ist $\xi = \frac{1+\frac{2}{3}}{2} = \frac{5}{6}$. Es ist also nicht, wie in meinen Beyträgen 1ster Band §. 103 angegeben ist,

$$M = (\tfrac{2}{3}[(H+N)^{\frac{3}{2}} - N^{\frac{3}{2}}] + (h-k)\sqrt{(H+N)})\,\gamma b, \text{ sondern}$$

$$M = (\tfrac{2}{3}[(H+N)^{\frac{3}{2}} - N^{\frac{3}{2}}] + (h-k)\,\xi\,.\sqrt{(H+N)})\,\gamma b = 22191$$ Kubikfuß Wasser, wo ξ in diesem Fall den Werth von $\frac{5}{6}$ hat.

N°. 4. Obgleich das Wehr von Faschinen (mit Grand beschwert) construirt ist, so ist dasselbe dennoch vollkommen wasserdicht. Dies wird begreiflich, wenn man bedenkt, daß die Faschinen nach Jahren verwesen, und bey jeder hohen Wasserfluth mit Sand, Grand, und überhaupt mit trüber Materie, welche der Fluß führt, angefüllt werden. Das Faschinen-Wehr ist also als ein Sand- und Grand-Damm zu betrachten, welcher queer durch den Fluß liegt, und mit einer 2, höchstens $2\frac{1}{2}$ Fuß hohen Faschinen-Lage sorgfältig bedeckt ist. Daß die Definition von diesem und

allen gedenkbaren Faſchinen-Wehren richtig iſt, davon habe ich mich beym Abreiſſen eines Theils dieſes Wehrs im Sommer 1807 und 1808 völlig überzeugt. Es wird daraus auch klar, weshalb gewöhnliche Fluthen ſo außerordentlich großen Schaden an dieſem Wehr thun, und große Löcher in der eigentlichen Strombahn oder den Seiten-Doſſirungen (hier Flügel genannt) wühlen können, die Tauſende von Thalern koſten, um ſie wieder herzuſtellen, und weshalb die jährliche Unterhaltung des Wehrs ſo bedeutend iſt, indem faſt jährlich die Strombahn mit neuen Faſchinen belegt, und in jedem Jahr die Seiten-Doſſirungen mit einer ſogenannten Interims-Decklage von Faſchinen belegt werden muß, und dennoch trotz dieſer Vorſicht faſt bey jedem Eisgange großer Schaden entſtehet.

N°. 5. Das Material des Grundbettes der Werre beſtehet auch hier, wie faſt überall, aus Triebſand und darunter gemiſchten Kohlenſchiefer. Da nur das Wehr keine horizontale Vordecke hat, worauf das Waſſer und Eis ſeine beſchleunigte Geſchwindigkeit, welche es auf dem Scheitel und der Abfalls-Doſſirung erhalten hat, zum Theil zernichtet, und mit dem Ueberſchuß der beſchleunigten Geſchwindigkeit, welche die überſchlagenden Wellen und Eisſchollen von neuem erzeugen, ſeine Beſchleunigung fortſetzen kann, bis nach und nach eine gleichförmige Bewegung erfolgt, ſo iſt der Kolk unter dem Wehr ſtets wenigſtens 15 Fuß, und im Jahr 1795. 30 Fuß tief geweſen, weshalb auch das Wehr von unten herauf unterminirt und zerſtört wurde.

N°. 6. Es giebt gewiß keine ſchlechtere Bauart, als ein Faſchinen-Wehr in einem ſo reißenden Fluß, wie die Werre, die ſo fürchterliche Eisgänge erzeugt, und einen durchaus ſandigen Boden hat, mit einer Stauhöhe von 9,89 Fuß zu erbauen, beſonders da die Faſchinen in dieſer Holzarmen Gegend ſehr theuer ſind. Jährlich fallen daran große Reparaturen vor: bald ſchwemmt das Waſſer den mit Wagen (als Beſchwerungs-Material) aufgefahrnen Grand davon; bald ſpühlt das Waſſer Löcher in die Seiten-Doſſirungen oder auch in die Strombahn des Wehrs; bald greift das Eis den Werſter, bald den Mellberger Flügel (Seiten-Doſſirungen) in ſchräger Richtung an, bohrt große Löcher hinein, oder beſchädiget die Strombahn u. ſ. w. Es giebt auch beſtimmt keine ſchlechtere Conſtruction eines Wehrs, als das zu Neuſalzwerk, weil es keine faſchinirte, horizontale, ſtets unter dem kleinſten Waſſer liegende Vordecke hat, und weil die Abfalls-Doſſirung weit größer iſt, als es die Feſtigkeit des Wehrs erfordert. Je größer nämlich die Fläche des faſchinirten Wehrs iſt, welche den größten Theil des Jahrs über Waſſer liegt, deſto größer iſt die Verweſung, deſto größer die reibende Fläche, worauf das Waſſer und Eis herabgleitet und Zerſtöhrung verurſacht.

N°. 7.

N°. 7. Die Unterhaltungskosten dieses Wehrs betragen nach einer Fraction von 10 Jahren jährlich 7150 Rthlr. Aber nicht allein diese große Summe Geld, welche die jährliche Unterhaltung dieses so schlecht construirten Wehrs verschlingt, wird der Staats-Kasse entzogen, sondern auch ein viel größerer Nachtheil entstehet dadurch, daß mehrere tausend Schock Faschinen jährlich angekauft werden müssen, und jährlich ihr Grab in den Fluthen und Eisgängen finden; daß jährlich der Holzmangel und der Ruin der Privat-Forsten zunimmt; daß jährlich die Faschinen-Preise steigen, und der körperliche Raum der Faschinen kleiner wird.

§. 32.

Aus diesen (§. 31.) angeführten Gründen hat man schon seit dem Jahre 1800 ernstlich darauf gedacht, entweder dieses Wehr aus anderen Materialien zu erbauen, oder demselben doch wenigstens eine andere Form zu geben; oder es ganz von diesem Ort zu verlegen; oder die Wasserkräfte, womit bis jetzt das Brunnen- und Gradir-Gestänge und die Getraide-Mühle zweyer Mahlgänge betrieben werden, zu verlassen, und selbige mittelst Dampfmaschinen oder thierischer Kräfte zu bewegen. Diese nothwendigen Verbesserungen (in Hinsicht des Wehrs), wenn man die Wasserkräfte ferner zur Betreibung der Brunnen, der Gradirung und der Getraide-Mühle beybehalten will, haben noch zu reellen Verbesserungen der Maschinerie und anderen hydraulischen Untersuchungen Gelegenheit gegeben, welche in der That verdienen, daß sie bekannt gemacht werden, weshalb das zweyte Capitel diese Gegenstände umfassen wird.

Zweytes Capitel.

Enthält die Vorschläge zur Verbesserung der Saline Neusalzwerk.

§. 33.

Die erste Untersuchung beschäftiget sich mit der Soolförderung, deren Einrichtung und des Brunnen-Betriebes überhaupt. Zugleich wird der Beweis geführt, daß man die Bohrlöcher N°. 1 und 2. Fig. 30. c und d zu Sool-Brunnen machen, und den Friedrich Wilhelms- und Rappards-Brunnen verlassen muß, wenn man der Staatskasse unnöthige Ausgaben ersparen will.

N°. 1. Aus §. 4. N°. 3. und 5. ist bekannt, daß das Bohrloch N°. 1. Fig. 30. c. pro Minute zwey Kubikfuß 9,5 [nach Procenten 11,101] löthige Soole

und das Bohrloch N°. 2. Fig. 30. d. pro Minute 3,529 bis 4 Kubikfuß, ebenfalls 9,5 [nach Procenten 11,101] löthige Soole giebt. Da nun bekanntlich das Bohrloch N°. 2. bisher nur zur Probe, nicht aber immerwährend, betrieben worden ist, so kann man (bis Erfahrungen solches näher darthun) nur vorläufig annehmen, daß selbiges bey immerwährenden Betrieb, als Bohrloch, nicht mehr wie drey Kubikfuß pro Minute 0,5löthiger Soole gebe, so daß also, wenn künftig die Bohrlöcher N°. 1 und 2. den Bedarf der Brunnen-Soole zu diesem Werk allein liefern, pro Minute fünf Kubikfuß Soole in den obern Rinnkasten des Gradirfalls N°. 1. 9,5löthiger Soole gefördert werden müssen.

N°. 2. Aus §. 2. Formel $O = \frac{65{,}3064\,(1+0{,}00728\lambda)\lambda}{100}$ ist bekannt, daß in dem Kubikfuß 9,5 [nach Procenten 11,101] löthiger Soole 7,829 Pfund rohes Soolen-Salz enthalten ist. Werden also hier, wie §. 6 und §. 9 N°. 4. 1068 Stunden im Jahr Stillstände gerechnet, so werden aus diesen zwey Bohrlöchern in 7692 Stunden = 461520 Minuten, 2307600 Kubikfuß Soole in den oberen Rinnkasten des Gradirfalls N°. 1. gefördert, und diese geben 18066200 ℔ rohe Soole.

N°. 3. Nach §. 9. N°. 1 gehen 48,5 Procent bey der Gradirung, Siedung und Leccage verlohren. Folglich bleiben übrig $\frac{51{,}5}{100}$. 18066200 ℔ = 9304093 ℔ magazinmäßiges Salz = $\frac{9304093}{3848}$ = 2417 Last 52 Scheffel (§. 9. N°. 7.), wofür ich zweytausend vierhundert und achtzehn Last magazinmäßiges Salz rechne.

N°. 4. Aus der dritten Tabelle ersiehet man, daß jede Pfanne höchstens im Jahr 8000 Stunden sieden kann, und daß mit dem Sprengen und anderen Reparaturen, dem Sieden, Prodden u. s. w. 100 Stunden auf ein Werk, oder auf drey Last Salz im Durchschnitt gerechnet werden müssen. Es können also in einem Jahr 16,943löthiger Siede-Soole in den sechs großen Pfannen 480 Werk à 3 Last = 1440 Last, und in der siebenten 80 Werk à 2,5 Last = 200 Last, in Summa 1640 Last gesotten werden. Um also 2418 Last magazinmäßiges Salz zu sieden, sind noch außer den vorhandenen Pfannen wenigstens 3 Stück erforderlich.

N°. 5.

N°. 5. Es müſſen ganz beſonders glückliche Umſtände eintreten, wenn man jährlich 2418 Laſten Salz von dieſer Saline debitiren will; und da ſich dies kaum annehmen läßt, ſo kann man alſo beſtimmt feſtſetzen, daß, wenn aus den Bohrlöchern N°. 1 und 2. 2418 Laſt geſotten werden können, dieſe eine mehr als überflüſſige Ausbeute geben.

Anmerkung. Die Laſt Salz koſtet incl. aller Adminiſtrations-Koſten, jedoch exclus. der Tonnen, des Packens, der Sellerey-Gebühren u. ſ. w. beyläufig 33 Rthlr. Die Schiffs-Fracht, Tonnen-Packen u. ſ. w. bis Bremen koſtet pro Laſt beyläufig 17 Rthlr.

N°. 6. Die Staats-Kaſſe gewinnt dadurch, daß man die beyden Bohrlöcher N°. 1 und 2. betreibt, und den Friedrich Wilhelms- und Rappards-Brunnen eingehen läßt, ſehr bedeutend. Denn

a. man kann das 3058 Fuß lange, in ſtumpfen und ſpitzen Winkeln (nach horizontaler Fläche), in auf- und abſteigenden Winkeln (nach verticaler Fläche) gebrochnen Geſtänge ganz abſchaffen, und dafür ein ganz ſchnurgrades und leicht conſtruirtes, welches nur 1476 Fuß lang iſt, mit Leitarmen oder ſchwebenden Schwingen anlegen, dergleichen Herr Langsdorff in ſeinem Lehrbuch der Hydraulik Seite 506 beſchrieben hat.

b. Man kann die Röhrenbrücke abbrechen, und deren Unterhaltung erſparen.

c. Die bedeutenden Reparaturen an den Ufern der Werre, welche jetzt jährlich an die Deckwerke verwandt werden müſſen, um den Rappards- und Friedrich Wilhelms-Brunnen, die Röhrenbrücke u. ſ. w. zu ſichern, fallen ganz weg.

d. Die Unkoſten, das Bohrloch N°. 1. mit der Hand zu betreiben, welche jährlich an 720 Rthlr. betragen, hören auf.

e. Man erhält die Soole gleich in dem oberſten Rinnkaſten des Gradirfalls N°. 1. ungemiſcht ſchon 9,5löthig, anſtatt man ſelbige in den Jahren 1796 bis 1798 erſt auf dem zweyten Gradirfall, und 1799 gar auf dem dritten Fall ſo hochlöthig gradiren konnte. [In den Jahren 1800 bis 1806 iſt die Soole ſtets 0,667 Loth geringer in das Soolſchiff des Gradirfalls N°. 1. gekommen, als wie ſie jetzt durch die Brunnenkunſt in den oberſten Rinnkaſten von N°. 1. gebracht wird; folglich wird ſie nach jetziger Einrichtung, wenn ſie im Soolſchiff N°. 1. ankommt, wenigſtens 10löthig angetroffen werden, alſo gegen bisher wenigſtens 1 Loth ſchwerer ſeyn.].

f. Man kann dann, weil der Brunnen- und Gradir-Betrieb getrennt iſt, eine weit zweck- und finanzmäßigere Einrichtung mit dem Brunnen-Betrieb treffen.

g. Dasjenige Kunſtrad, welches den Brunnen-Betrieb bewärkt, und am Kunſt-Kanal bey der Jägerbrücke Fig. 30. p. angelegt werden muß, ſtehet auch künftig nicht ſo lange wegen Rückſtau der Werre und Weſer ſtille, wie bisher, weil das Gefälle im Unterwaſſer größer iſt.

h. Man kann bey Abteufung der Brunnen N°. 1 und 2. gleich die wilden Waſſer vermöge des Kunſtrades (p Fig. 30.), welches das Waſſer des Kunſtkanals bewegt, wegſchaffen, wenn man die nöthigen Pumpen dazu anhängt.

N°. 7. Es wird nöthig ſeyn, ſtatt der Bohrlöcher N°. 1 und 2. zwey Brunnen abzuteufen, wodurch man wahrſcheinlich, wenn man ſie zu Sumpf hält, eine hochhöthigere Soole und eine noch größere Quantität erhält, indem das Gebürge mittelſt der kupfernen Röhren auf 60 und 80 Fuß, nicht ſo abgeſchloſſen werden kann, daß ſich nicht wilde Waſſer der Soole beymiſchen ſollten. Es werden alſo, im Fall man mehr wie 2418 Laſt Salz ſieden, oder im Fall man eine hochhöthigere Soole als 9,5 [nach Procenten 11,101] Loth haben will (welches ſehr zu wünſchen iſt), zwey Brunnen abgeteuft werden müſſen. Nach den Erfahrungen auf hieſigem Salzwerk würde man wohl dieſelbe nicht tiefer als 80 Fuß abſenken können. Machte man dieſe Einrichtung, ſo würde man ſie in der Art zu treffen haben daß

a. aus dem Soolbrunnen N°. 1. in einer Minute und 84füßiger Tiefe zwey Kubikfuß Soole und zwey Kubikfuß wilde Waſſer gehoben werden können (im Fall ſich wilde Waſſer einfinden, welches man nicht vorausſehen kann). Dieſe gehobene 2 Kubikfuß Soole werden dem Brunnen N°. 2. mittelſt einer 696 Fuß langen, 4 Zoll weiten Röhrenſtrecke mit 4 Fuß Druckhöhe zugeführt, wo ſie in einen Sumpf ausfließt.

b. Die Hängebank des Brunnens N°. 2. liegt 48 Fuß über dem Rinnkaſten des Gradirfalls N°. 1.; und da die Röhrenſtrecke 2388 Fuß lang und 5 Zoll im Durchmeſſer weit ſeyn muß, ſo würde alſo eine Druckhöhe von höchſtens 8 Fuß und eine Ausfluß-Geſchwindigkeit von 1,5 Fuß erforderlich ſeyn. Es müſſen alſo

α. drey Kubikfuß Soole und drey Kubikfuß wilde Waſſer pro Minute aus dem Brunnen N°. 2. von einer 80füßigen Tiefe abgehoben, und

β.

β. alsdann aus einem Sumpf, worin die zwey Kubikfuß Soole aus dem Brunnen N°. 1. und die drey Kubikfuß Soole aus dem Brunnen N°. 2. fließen, noch 58 Fuß höher gehoben werden, um in den Rinnkasten des Gradirfalls N°. 1. auszufließen.

N°. 8. Die Einrichtung der Pumpen in den Brunnen müßte, nach Herrn Baaders vollständige Theorie der Saug- und Hebe-Pumpen, und neue Vorschläge und Erfindungen zur Verbesserung der Wasserkünste, dergestalt gemacht werden, daß man hohe Sätze anbringt, und die Nutzlast so gleichmäßig vertheilt, daß ein Theil der Pumpen hebt, wenn der andere schiebt. Ferner kann man annehmen, daß die Pumpen $\frac{1}{7}$ der Sool-Menge weniger geben, als es eine wohl eingerichtete Pumpe thut, weil der Ocker, welcher in der Soole enthalten ist, sich sehr leicht in den Röhren und Ventil-Klappen ansetzt. Es ist also $M = \frac{4}{7}$ Ab.n (wenn M = die Soolmenge in einer Minute bedeutet, welche eine Pumpe bey n Umdrehungen der Kurbel, einen bfüßigen Hub und A □Fuß enthaltenden Queerschnitt der Stiefelfläche giebt). Auch muß man bey Anlage der Pumpen bedenken, daß sie solche Abmessungen erhalten müssen, daß man, wenn die Brunnen wegen Stillstände anlaufen, oder durch hohe Fluthen der Werre mit wilden Wasser angefüllt werden sollten, selbige bald wieder zu Sumpf bringen und dergestalt betreiben könne, daß man überflüssige Pumpen abhangen und die unnöthige Last der Maschine abnehmen kann.

§. 34.

Dem vorigen zur Folge sey also die Einrichtung so getroffen, wie §. 33. N°. 7 und 8. angegeben ist, so giebt die dreyzehnte Tabelle von der nähern Bestimmung der Pumpen, und den Abmessungen der Kraft, welche erforderlich ist, alle Pumpen-Stiefel aufzuziehen und wieder niederzudrücken, Rechenschaft. Nämlich es heben die Pumpen N°. 1. 3. 5. 7. 9, dahingegen schieben N°. 2. 4. 6. 8. 10.

N°. 1. Auf der Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe beträgt daher die Kraft um die Kolben der hebenden Pumpen herauf, und die der schiebenden herunter zu drücken, = Q = 111,677 Kubikfuß Wasser.

N°. 2. Das Gestänge ist 1476 Fuß lang, und erfordert 86 Lenker ohne Leitarme. Ist die Welle des Leitarms = h = 5,3 Fuß lang, der Leitarm = 6 Fuß, der Winkel = α, welcher dem halben Bogen zugehört, welchen das Gestänge mittelst des Lenkers λ beschreibt, = 12° 44′, der mittlere Kolbenhub = 2,645 Fuß = b,

der

der Halbmeſſer der Kurbel = r = 1,5 Fuß, der Zapfen-Halbmeſſer = ϱ = 0,012 Fuß, der Reibungs-Coefficient = υ = $\frac{1}{10}$, die Entfernung von der Axe des Leitarms (h), wo man ſich deſſen Gewicht im Schwerpunct vereinigt denken kann, = e = 4,5 Fuß, der Druck, welchen die Stange nach der Richtung der Stangenkunſt ausübt, = P = 111,677 Kubikfuß Waſſer, das Gewicht des Leitarms mit Zubehör = 4,5 Kubikfuß Waſſer = Q, das Gewicht der Schubſtangen zwiſchen zwey Leitarmen = S = 1,5 Kubikfuß Waſſer, ſo entſtehen an jedem Leitarm drey Bewegungshinderniſſe:

Das erſte (Langsdorffs Maſchinenlehre 1ſter Band Seite 57.)

$$f = \frac{(1 - \text{Cof. } \alpha)\ \text{Bog. } \alpha \cdot \varrho \cdot \upsilon \cdot P}{\lambda (\text{ſin. } \alpha)^2} = 0{,}004186 \text{ Kubikfuß Waſſer.}$$ Das

zweyte $$f' = \frac{\text{Bog. } \alpha \left[\frac{2\varrho^2}{h} + \varrho\right] \upsilon Q}{\lambda \text{ ſin. } \alpha} = 0{,}004486 \text{ Kubikfuß Waſſer.}$$ Das

dritte $$f'' = \frac{(\varrho S + \varrho P)\ \upsilon\ \text{Bog. } \alpha}{\lambda \text{ ſin. } \alpha} = 0{,}03796 \text{ Kubikfuß Waſſer.}$$ Und dieſe drey Bewegungshinderniſſe, auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe reducirt, machen für 86 Leitarmen mit Schubſtangen $86 \cdot \frac{2{,}645}{3} \cdot 0{,}046632 = 3{,}535$ Kubikfuß Waſſer.

No. 3. Das Geſtänge hat überdem 4 Kunſtwellen und 8 Kunſtkreuze. Die Zapfen-Reibung davon auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe beträgt $= \frac{2{,}645}{3} \cdot 4 \cdot \frac{0{,}083}{6} \cdot \frac{1}{10} \cdot (130 + 111{,}677) = 1{,}893$ Kubikfuß Waſſer.

No. 4. Die Zugſtangen in den zwey Brunnen und die Kolbenſtangen, welche nicht mit Soole benetzt ſind, haben ein Gewicht von 10 Kubikfuß Waſſer, alſo gehörig reducirt $= \frac{2{,}645}{3} \cdot 10 = 8{,}81$ Kubikfuß Waſſer.

No. 5.

N°. 5. Die Zapfen-Reibung des Waſſerrades beträgt, auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe reducirt, $\frac{9,5}{1,5} \cdot \frac{0,1}{9,5} \cdot \frac{1}{8} \cdot \left(116 + \frac{111,677+25}{2}\right)$ = 1,6 Kubikfuß Waſſer.

N°. 6. Die Ueberwucht, welche erforderlich iſt, um den feſten und flüſſigen Maſſen, welche bey jedem halben Umgange der Kurbel von neuem aus der Ruhe in Bewegung geſetzt werden, eine möglichſt gleichförmige Bewegung zu ertheilen, beträgt, auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe gebracht (nach Herrn Langsdorffs Grundlehren der mechaniſchen Wiſſenſchaften pag. 608.)

$V = \frac{0,424\,\Pi.(\Sigma + W)\,b}{2\,t^2\,g}$. Nun betragen

a. die Momente der Trägheit einer ſchwebenden Schwinge oder eines Leitarms (wie ſie in Herrn Langsdorffs Lehrbuch der Hydraulik Seite 506 beſchrieben ſind, ſiehe ebendaſelbſt Seite 113 bis 515) 66 Kubikfuß Waſſer, und auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe reducirt, für 86 dergleichen $86 \cdot \frac{2,645^2}{22,207} \cdot 66 = 1787$ Kubikfuß Waſſer.

b. Für 4 große Kunſtwellen mit 8 großen Kunſtkreuzen (worin das Geſtänge greift) betragen die Momente der Trägheit: für die Wellen $= 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,875^2 \cdot 18$ = 27,560 Kubikfuß Waſſer; für die Arme $= 32 \cdot \frac{1}{3} \cdot 36 \cdot 8 = 3072$ Kubikfuß Waſſer; für die Bänder $= 32 \cdot \frac{2}{3} \cdot 36 \cdot 6 = 4608$ Kubikfuß Waſſer; zuſammen 7705,56 Kubikfuß Waſſer, und auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe reducirt, $= \frac{2,645^2}{22,207} \cdot 7707,56 = 2019$ Kubikfuß Waſſer.

c. Die bey jedem halben Umgange der Kurbel von neuem in Bewegung geſetzten flüſſigen Maſſen betragen $= \frac{2,645^2}{22,207}$ (1,961 . 60 + 5,463 . 0,5) 0,2677 . 5 = 50,60 Kubikfuß Waſſer.

d. Alſo ſind die Momente der Trägheit der jedesmal nach t Secunden von neuem aus der Ruhe in Bewegung geſetzten flüſſigen und feſten Maſſen $= W + \Sigma$ = 50,60 + 3806 = 3856,6 Kubikfuß Waſſer.

c. Die Ueberwucht beträgt daher $= V = \frac{0{,}424 \cdot 3{,}1415\,(50{,}6 + 3806)\,2{,}645}{2 \cdot 15{,}625 \cdot 5{,}4235^2}$

$= 14{,}78$ Kubikfuß Waſſer.

N°. 7. Die bewegende Kraft am Stoßpunkt des Kunſtrades, welches die Sool-Brunnen betreibt, iſt alſo

$K = \frac{1{,}5}{9{,}5}\,(0{,}637\,[111{,}677 + 3{,}535 + 1{,}893 + 8{,}81] + 1{,}6 + 14{,}78)$

$= 15{,}093$ Kubikfuß Waſſer.

N°. 8. Nach der fünften Tabelle hat man ſub litt. p an der Jägerbrücke den Perpendikel 45,86 Fuß, und ſub L an der Konfluenz der Werre und des Kunſtkanals 57,36 Fuß. Die Differenz beyder Perpendikel beträgt 11,5 Fuß, und zeigt an, daß der Waſſerſpiegel im Kunſtkanal an der Jägerbrücke 11,5 Fuß höher, als in der Werre bey L Fig. 30. liegt [vorausgeſetzt, wenn das Waſſer auf dem Fachbaum der Kunſtſchleuſe 5,4166 Fuß ſtehet]. Beym kleinſten Waſſerſtande befinden ſich (§. 29.) nur 3 Fuß Waſſer auf dem Fachbaum der Kunſtſchleuſe; folglich iſt [wenn man von der Jägerbrücke p Fig. 30. einen Kanal p. o. v. w. L, welcher 136 Ruthen lang iſt, führt] Gefälle $11{,}5 - 2{,}4166 = 9{,}0834$ Fuß, wofür ich 9 Fuß annehme, um das Kunſtrad, welches an der Jägerbrücke erbauet werden muß, zu benutzen.

Von dieſem 9fußigen Gefälle erhält

a. der Waſſerſtand auf dem Fachbaum $= 3$ Fuß;

b. der Abzugs-Graben p. o. v. w. L Fig. 30. auf 136 Ruthen $= 1$ Fuß.

c. Unter der Axe des Waſſerrades wird ein ſenkrechter Abfall gemacht von $= 1{,}5$ Fuß.

d. Es bleibt alſo für die Kröpfung $= 3{,}5$ Fuß.

Man kann annehmen, daß 4 bis 5 Kubikfuß Waſſer durch die nöthigen Spiel-Räume verlohren gehen; folglich iſt, um die am Stoßpunkt erforderliche Kraft bey 3,5 Fuß Kröpfung und 3 Fuß Standwaſſer auf dem Fachbaum hervorzubringen, eine Waſſermenge nöthig von $M = \frac{K}{\left(\frac{c - v}{2g} + \frac{\delta}{v}\right)}$

$= M\,\frac{15{,}093}{\frac{11{,}059 - 5{,}5}{31{,}25} + \frac{3}{5{,}5}} = 20{,}865$ Kubikfuß Waſſer.

Hiezu

Hiezu die Wassermenge, welche durch die Spielräume verlohren gehet, welche 4 bis 5 Kubikfuß beträgt, folglich 21 + 5 = 26 Kubikfuß Wasser. Wenn nun die Schützöffnung 3,5 Fuß breit gemacht wird [als so breit das mit Setz- und Stoß-Schaufeln versehene Stabenrad außer den Kränzen ist], so muß selbiges 0,647 Fuß hoch gezogen werden, damit die 25 Kubikfuß pro Secunde zufließen, denn es ist

$$c = h - \left(h^{\frac{3}{2}} - \frac{M}{\frac{2}{3}\alpha b}\right)^{\frac{2}{3}} = 3 - \left(3^{\frac{3}{2}} - \frac{25}{\frac{2}{3} \cdot 6{,}76 \cdot 3{,}5}\right)^{\frac{2}{3}} = 0{,}647 \text{ Fuß.}$$

Anmerkung. Diese §. 34. No. 1 bis 8. vorgelegte Berechnung setzt natürlich voraus, daß man 2 Soolbrunnen statt der Bohrlöcher No. 1 und 2. abtäuft, und gezwungen ist, pro Minute 5 Kubikfuß wilde Wasser mit zu heben, welche sich einfinden können, und worauf man natürlich bey Beurtheilung der bewegenden Kraft rechnen muß. Die Vortheile, welche man bey Abtäufung zweyer Soolbrunnen erhält, sind erheblich, weil alsdann die Soole hochlöthiger als 9,5 gefördert werden kann; weil sich auch wahrscheinlich die Quantität vergrößert, da kein Nachtheil bey der Förderung der Soole zu befürchten ist, welcher leicht bey Bohrlöcher eintreten kann, weil Aufschlag-Wasser und Gefälle hinreichend vorhanden sind, den Betrieb der Brunnen nach vorstehender Berechnung zu bewirken. Wollte man aber blos aus den beiden Bohrlöchern die Soole mittelst eines Kunstrades und Feld-Gestänges, woran die Pumpen hängen, so heben, wie es jetzt mit der Hand geschieht, so ist begreiflich die Last, welche gewältiget werden muß, sehr viel geringer. Nämlich die Last der bey jedem halben Umgange der Kurbel hebenden oder schiebenden Pumpen beträgt, auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe gebracht, nur Q = 27 Kubikfuß Wasser, und also die Kraft am Stoßpunkt des Rades angebracht, nur $K = \frac{1{,}5}{9{,}5}$ (0,637 [27 + 3,535 + 1,89 + 8,81] + 1,6 + 14,78) = 6,732 Kubikfuß Wasser, folglich um 2,242 mal kleiner, als wenn zwey Soolbrunnen abgetäuft werden.

§. 35.

Um die Gradirung künftig zweckmäßiger einzurichten und zu betreiben, ist erforderlich:

No. 1. daß das jetzige große Wasserrad der Kunst (Fig. 30. q und Fig. 36.), welches §. 18. näher beschrieben ist, zwar 20 Fuß hoch bleibt, aber nur eine 3,5füßige Breite und einen Kropf von 3,5 Fuß erhält. Statt eines Straubrad s wird ein Stabenrad mit Stoß- und Setz-Schaufeln vorgerichtet, welches 40 Schaufeln enthält. Die Welle liegt künftig nur zweymal auf, nämlich in ihren Angeln. Der Halbmesser des Kurbelbugs bleibt 1,5 Fuß.

No. 2. Das Schnur-Gerinne wird in ein Kropf-Gerinne umgeformt, welches vom Fachbaum bis unter der Axe des Rades 3,5 Fuß Gefälle und so geringe

Spiel-Räume hat, daß höchstens 5 Kubikfuß Wasser in der Secunde ungenutzt verlohren gehen. Grade unter der Axe des Wasserrades erhält das Unter-Gerinne einen senkrechten Absatz von 1,5 Fuß; alsdann bleibt noch für das Gefälle des Unter-Gerinnes 0,15 Fuß.

Anmerkung. Nach der fünften Tabelle ist der Perpendikel q auf dem Fachbaum der Kunst = 51,6 Fuß, der Perpendikel r auf dem Unterwasserspiegel des kleinen Wehrs = 57,09 Fuß: folglich, wenn man den ersten vom zweyten abzieht, erhält man 5,19 Fuß Gefälle, als so viel der Fachbaum höher liegt. Da nun die Kropfung 3,5 Fuß beträgt, so bleibt für den senkrechten Absatz im Unter-Gerinne 1,5 Fuß, und 0,15 Fuß Gefälle des Wasserspiegels im Unterwasser.

N°. 3. Den Wasserstand kann man bey kleinem Wasser der Werre nicht größer als drey Fuß auf dem Fachbaum der Gradirkunst (§. 29.) annehmen; folglich muß das Schütz (nach §. 19. N°. 14.) dem Wasserrade so nahe als möglich gebracht werden.

N°. 4. Das jetzige Gradir-Gestänge ist sehr fehlerhaft eingerichtet. Dahin gehört besonders, daß, wenn Fig. 40. abcd das Wasserrad, und e den Punkt, wo die Bläuelstange mittelst eines Kugel-Eisens in Gestalt einer Nuß in dem Kunstkreuze befestiget ist, vorstellet, das Gradir-Gestänge in einem rechten Winkel aef mit den vertikalen Flächen der Wasserrads-Kränze ab, bd, nach ef [oder parallel mit der Welle des Wasserrades] und nachher noch einmal in einem rechten Winkel efg seine Bewegung über die Gradir-Fälle fortsetzen muß. Wenn es nun über die ersten fünf Gradir-Fälle weggeleitet ist, so steigt es in verticaler Richtung Fig. 11 und 12. wieder abwärts, führt zu einem Wendebock und von da zur Stirnseite des Hochbaues, wo es wieder hinauf steigt. Fig. 14. 15 und 16. [Die Länge vom Gradirfall N°. 5. bis zum Hochbau beträgt 132 Fuß]. Durch diese Einrichtung gehet auf einer Länge von 1160 Fuß (als so lang das Gradir-Gestänge ist) beynahe $\frac{2}{3}$ am Hub verlohren.

N° 5. Eine bessere Einrichtung wird erlangt, wenn man über dem Wasserrade, parallel mit der Welle desselben, eine Welle von 48 Fuß aus verschiedenen Stücken zusammensetzt [z. B. wie solches in Lorenz Claussens praktischer Anweisung zum Mühlenbau pag. 9. Fig. 2 und 3. Tab. I. und in Perronets Oeuvres Seite 114. vierte Kupferplatte zu ersehen ist; letzterer hat sogar Wellen von 38, 54 und 108 Fuß lang zusammengesetzt] und wenn die beiden Bläuelstangen in zwey Kunstkreuze, welche mit über Kreuz gehenden Steifen an die 48 Fuß lange Welle zusammen verbunden sind, greifen; [vorausgesetzt, daß die Kurbeln nach einerley Richtung in der Wasserrads-Welle befestiget sind]. Ein drittes Kunstkreuz, ebenfalls an der 48 Fuß langen Welle befestiget, bringe alsdann das Gradir-Gestänge über die fünf ersten

ſten Falle. [Es iſt begreiflich, daß dieſe Welle alle 2 Fuß mit eiſernen Bändern gebunden und verkeilt ſeyn muß, und daß an ſelbiger 4 Scheiben befeſtiget ſind, welche in Rollen laufen. Die Welle hat alsdann 6 Unterſtützungs-Punkte, und iſt durch die eiſernen Bänder vor dem Dreben geſichert; folglich kann auch kein merklicher Hubverluſt entſtehen.] Der Hubverluſt, welcher bey dieſer vorgeſchlagenen Einrichtung entſtehen kann, wird dadurch noch geringer, daß man die 12 Pumpen, welche nach alter Vorrichtung am Hochbau angebracht ſind, wegwirft, und an dem Ende des fünften Gradirfalls zwey Pumpen zum ſechſten, zwey Pumpen zum ſiebenten Gradirfall am Hochbau, eine Pumpe zum Siede-Reſervoir N°. 9. Tab. I., zwey Pumpen zum Tranſport-Reſervoir N°. 8. Tab. I., zuſammen 7 Pumpen dergeſtalt vorrichtet, daß Röhren 5 Zoll im Durchmeſſer weit aus den Böden der Behälter N°. 7. 8. 9. Tab. I. auf 132 Fuß Länge nach dem Ende des fünften Gradirfalls gelegt werden, worauf man Saugröhren ſetzt, und die Soole ſo hoch hebt, daß ſie auf den ſechſten und ſiebenten Gradirfall ausfließt.

N°. 6. Die Pumpen auf den Gradirfällen müſſen zweckmäßigere Abmeſſungen erhalten, wie Tab. XIII. N°. 1 bis 17. nachweiſet; und damit bey guten Zehrlüften Soole genug auf den Gradirfällen vorhanden iſt, ſo müſſen künftig zwey Soolkaſten (Rinnkaſten) ſtatt eines vorgerichtet werden.

N°. 7. Die Gradirfläche iſt für 9,5löthige Brunnen-Soole hinreichend, beſonders wenn die Vorrichtung mit den Pumpen ſo getroffen wird, daß man auf jeden Gradirfall wenigſtens 5 bis 6 Kubikfuß Soole pro Minute heben kann.

N°. 8. Da die Einrichtung auch hier wie beym Brunnen-Betrieb (§. 34. N°. 1 bis 7.) getroffen wird, daß die Hälfte der Pumpen hebt, wenn die andere Hälfte ſchiebt, ſo entſtehet hierdurch nicht allein eine gleichmäßige Vertheilung der Laſt, ſondern auch eine gleichförmigere Bewegung des Kunſtrades und des Geſtänges.

N°. 9. Man muß ſo viel als möglich zu vermeiden ſuchen, zwey Kunſtkreuze an einer Welle, ſie mögen nun horizontal oder vertical ſeyn, zu befeſtigen, denn hierdurch entſtehet außerordentlicher Hubverluſt. Kann man aber dieſem Uebel nicht ausweichen, ſo muß ein Arm des Kunſtkreuzes länger, wie der andere, gemacht werden, wodurch der Hubverluſt einigermaßen verringert wird. Im allgemeinen iſt noch überdem zu bemerken, daß die Arme und Bänder der Kunſtkreuze gehörig ſchließen, und durch feſte Schlußkeile zuſammengetrieben werden müſſen; daß ſie durchaus von Eichen und nicht von anderen weichen Holzarten angefertiget werden, welche nachgeben; daß ferner die Kunſtzapfen nach der Erfindung des Herrn Baader

[Neue Vorschläge und Erfindungen zur Verbesserung der Wasserkünste beym Bergbau und Salinen-Wesen pag. 46 bis 47.], und die Anwellen ebenfalls nach dessen verbesserten Einrichtung [pag. 48 und 49.] gemacht werden. Die Gabel-Eisen, wodurch die Kunstkreuze mit dem Gestänge verbunden werden, müssen, wenn sie sich ausschleifen, und also Spielräume entstehen, mit Futterklötzen wieder reparirt werden, um alle Spielräume möglichst zu vermeiden. Die Schlösser an den Schubstangen müssen besonders solide gemacht werden, damit sie hinreichende Festigkeit haben und sich nicht ziehen.

Eine Verbesserung, welche die Gradirung zu Neusalzwerk noch ganz nothwendig bedarf, ist eine Dispositions-Röhrenstrecke, die neben das Gradirgebäude der ersten fünf Fälle, und mit denselben parallel angelegt werden muß. Sie dient dazu, daß man zu jeder Zeit die Soole, z. B. aus N°. 1. in N°. 3. oder in N°. 5., also ohne Mühe nach jedem Gradirfall rück- und vorwärts führen kann. Der Nutzen derselben ist zu augenfällig, als daß es noch einer weitläuftigen Erklärung bedürfte.

N°. 10. Nach der dreyzehnten Tabelle beträgt die Kraft, welche erforderlich ist, die hebenden Gradirungen aufzuziehen und die schiebenden niederzudrücken, auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe angebracht, $= Q = 87{,}174$ Kubikfuß Wasser. Die Reibung des Gradir-Gestänges (will ich annehmen) soll eben so viel als bey dem alten betragen, nämlich §. 21. N°. 20. $= Q^{I} = 6{,}38331$ Kubikfuß Wasser, ebenfalls auf die Entfernung der Warze von der Umdrehungs-Axe gebracht. Die Reibung am Wasserrade beträgt §. 34. N°. 5. höchstens $= Q^{II} = 1{,}6$ Kubikfuß Wasser, ebenfalls auf die Warze reducirt. Und da das Gradir-Gestänge auf Walzen ruhet, Fig. 32., so ist die Ueberwucht, ebenfalls gehörig reducirt, $= Q^{III} = 0{,}07\ (Q + Q^{I})$ (Herrn Langsdorffs Theorie des Krummzapfens pag. 12 und 13.) $= 6{,}1461$ Kubikfuß Wasser; also

$$K = \frac{1{,}5}{9{,}5}\ (0{,}637\ [87{,}174 + 6{,}3833] + 1{,}6 + 6{,}1461) = 10{,}055$$ Kubikfuß Wasser.

N°. 11. Es müßten also auf das 3,5 Fuß breite Stabenrad (§. 35. N°. 2.), dessen Kropf 3,5 Fuß beträgt, in der Secunde M Kubikfuß Wasser zum Stoß und Druck gelangen, denn es ist $M = \frac{10{,}055}{\left(\frac{11{,}20 - 5{,}5}{31{,}25} + \frac{3}{5{,}5}\right)} = 14{,}75$ Kubikfuß Wasser,

Waſſer. Da nun durch die Spielräume ungenützt 5 Kubikfuß Waſſer verlohren gehen, ſo beträgt die in der Secunde erforderliche Waſſermenge, um den Gradir-Betrieb zu verrichten, 20 Kubikfuß Waſſer; und da das Schütz 3,5 Fuß breit iſt, ſo muß ſelbiges 0,511 Fuß hoch bey einem 3 Fuß hohen Waſſerſtande gezogen werden, um die 20 Kubikfuß pro Minute abzuführen.

§. 36.

Das Salzwerk hat die Verpflichtung, der Domainen-Getraidemühle mit zwey Mahlgängen das Aufſchlag-Waſſer unentgeldlich zu ſchaffen, weil bey der Trennung des Salz-Departements vom Domainen-Departement dieſe Verpflichtung auf erſteres übergegangen iſt. Aus dieſem Grunde entſtehet die Frage: kann dieſe Getraide-Mühle den gehörigen Effect leiſten, wenn ſtatt 6 Fuß Stauwaſſer auf dem Fachbaum nur 3 Fuß vorhanden iſt? Um die größtmöglichſte Menge der Waſſer-Conſumtion zu erhalten, iſt erforderlich:

N°. 1. daß, da das jetzige Kunſtrad künftig ſtatt 9 Fuß nur 3,5 Fuß breit zum Gradir-Betrieb angelegt wird, hinlänglicher Platz vorhanden iſt, das Mühlen-Gerinne dergeſtalt anzulegen, daß das Schütz dicht vor dem Rade zu liegen kommt.

N°. 2. Das Rad kann alsdann ebenfalls 3,5 Fuß breit und 20 Fuß hoch, und zu einem Stabenrad mit Setz- und Stoß-Schaufeln eingerichtet werden.

N°. 3. Der Kropf erhält hier auch 3,5 Fuß Gefälle, und der Abſatz, ſenkrecht unter der Axe des Waſſerrades im Untergerinne, beträgt (wie §. 35. N°. 2.) 1,5 Fuß.

N°. 4. Da nun die bewegende Kraft (nach §. 28. N°. 9.) 15,18 Kubikfuß Waſſer beträgt, ſo werden 27 Kubikfuß Waſſer in der Secunde erforderlich ſeyn, um den nöthigen Effect hervorzubringen.

§. 37.

Wenn die Einrichtung ſo gemacht wird, wie ich ſelbige §. 33 bis 36. beſchrieben habe, um die 2 Brunnen N°. 1 und 2. Fig. 30. c und d, die Gradirung und die Getraide-Mühle mit 2 Gängen zu betreiben; ſo ſind nur höchſtens 26+20+27=73 Kubikfuß Waſſer pro Secunde bey einem Gefälle von 6,5 Fuß vom Oberwaſſer bis unter die Axe des Rades, oder von 8 Fuß bis im Unter-Gerinne erforderlich, und der Nutz-Effect des Brunnen- und Gradir-Betriebes

triebes ist offenbar nun $\frac{2418}{1466} = 1{,}649$ mal größer wie bisher, obgleich nur (nach §. 16. Anmerkung) 84,565 Kubikfuß Wasser in der Secunde beyfließet. Man hat also die völligste Ueberzeugung, daß die jetzige Wasserkraft, wenn man sie zweckmäßig anwendet, nicht einmal nöthig ist, um den höchst vortheilhaftesten Betrieb des Salzwerks zu erreichen.

Man erhält offenbar überdem den Vortheil, daß das große Faschinenwehr Fig. 30. t zwey Fuß erniedriget werden kann, und also künftig das Gefälle vom Ober- zum Unter-Wasser bey diesem Wehr nur 7,89 Fuß beträgt, wenn auf dem Fachbaum der Einlaß-Arche S Fig. 30. 3,0937 Fuß Wasser stehet, und die Werre pro Secunde 275,5 Kubikfuß Wasser abführt.

§. 38.

Das Wehr, welches in der Werre erbauet wird, muß nachstehende Erfordernisse haben: a) daß es 6 Fuß hoch stauet; b) wasserdicht ist; c) daß es ein solches Profil hat, um das höchste Wasser und die Eisgänge mit einer Geschwindigkeit abzuführen, die nicht größer als 10 bis 12 Fuß in der Secunde ist; d) daß es die möglichst kleinste Fläche dem Wasser und Eise darbietet; e) daß, so weit als das Wasser unterhalb dem Wehr beschleuniget wird, nicht Kölke und Vertiefungen im Grundbette entstehen [weshalb selbiges mit Sinkstücken zu belegen ist, die mit Steinen beschwert sind und einige Fuß unter dem allerniedrigsten Wasser liegen]; f) daß oberhalb und unterhalb des Flußes die Leitdämme, womit das Wehr auf den Seiten eingefaßt ist, gehörig erweitert werden, um die möglichst größte Wassermenge abzuführen [weil bekanntlich dadurch die Contraction verringert wird]; g) daß selbiges sehr dauerhaft construirt wird, und wohlfeil zu erbauen und unterhalten ist.

N°. 1. Es ist eine längst bekannte Erfahrung, welches auch in meinen Beyträgen 1ster Band §. 147. 148 und 149 noch näher erörtert ist, daß man auf Unterlagen von Faschinen dergestalt Versteinungen anbringen kann, daß sie den fürchterlichsten Eisgängen und Wasserfluthen trotzen, wenn sie nur gehörig verbunden sind. Diese Verbindung der Steine muß stärker oder schwächer seyn, je nachdem die Eisgänge und Geschwindigkeiten des Wassers größer oder geringer sind.

N°. 2. Nach genauer Ueberlegung halte ich dafür, daß man das jetzige alte Faschinenwehr in der Werre beybehalten und demselben nur eine andere Form geben muß, weil es in der That wasserdicht und stabil ist. Wenn Fig. 41. den Grundriß und Fig. 42. das Längen-Profil des Wehrs vorstellet, so muß

a. der

a. der Scheitel des Wehrs BC eine Breite von 12 Fuß = BU = CV haben und wagrecht liegen. Die Länge beträgt = 124 Fuß.

b. Die Punkte B und C liegen 9,4 Fuß niedriger, wie die Punkte A und D, welche die Krone der Dämme vorstellen. AB ist = 141 Fuß und CD = 210 Fuß. HGBNMLKIAH und EFCOPQRSFDE stellen die Seiten-Dossirungen des Wehrs vor.

c. Das Wehr kann sechs oder acht Fuß hoch stauen; die Kosten sind völlig gleich; folglich bezeichnet BCON die Abfalls-Dossirung, und ist UN = VO = 64 Fuß.

d. Die Fläche AHGFEDCBA bedeutet die Einfalls-Dossirung, und AH = GB = FC = ED = 24 Fuß. Die Punkte G und F liegen 2 Fuß niedriger, wie die Punkte B und C.

e. Die Fläche MPON stellet die horizontale Faschinen-Steinbettung vor, und ist NM = OP = 170 Fuß, (auf der Länge NMOP hat diese faschinirte Steinbettung ein Gefälle von 3 Fuß erhalten). Die Punkte N und O liegen 14,78 Fuß, die Punkte M und P aber 17,78 Fuß niedriger, wie die Krone der Dämme A und D.

f. Es ist also die Länge AD = 475 Fuß, BC = 120 Fuß, der Queerschnitt über dem Scheitel des Wehrs = $\left(\frac{475+124}{2}\right) \cdot 9{,}4 = 2815{,}3$ □Fuß.

N°. 3. Es giebt begreiflich gewisse Stellen auf dem Wehr, welche eine sehr solide Construction erfordern. Dahin gehören

a. die Einfalls-Dossirung GBCF;

b. der Scheitel BUVC;

c. die Abfalls-Dossirung UNOV;

d. der Raum NKRO auf der beynahe horizontalen faschinirten Steindecke, wo die von der Abfalls-Dossirung herabgleitende Wassermenge auf- und überschlägt, sich emporthürmt und in weißschaumenden Wogen abfließt. Die Länge NK = OR ist 30 Fuß.

Diese Flächen werden dergestalt construirt, daß man in der Richtung ABCD in die Faschinade Pfähle, 10 Fuß tief und 10 Zoll im □, von Eichenholz einrammt, welche 4 Fuß aus einander vom Mittel zu Mittel entfernt sind, und darauf Holme legt, und selbige mit eisernen Bolzen gut befestiget. Dergleichen Pfahl-Reihen

dem feinen Triebſand angewandt, werden muß, davon wird man voll-
kommt, wenn ich beſchrieben habe, was beym plötzlichen Anſchwellen des Waſ-
treten. Man erhält auch zugleich eine vollſtändige Kenntniß von den
Wehrs, wo das Waſſer und Eis den größten Schaden anrichten
geringſte Nachtheil zu befürchten iſt.

klich geweſen bin, am 8ten Februar 1808 die Werre in 12
ſen zu ſehen, ein Ereigniß, wovon man kein Beyſpiel hat, ſo
ländliche Nachricht geben. Nämlich

am 8ten Februar 1808 des Morgens um 10 Uhr über dem
Arche S Fig. 30. 5 Fuß, und auf dem Scheitel des
Abends um 7 Uhr ſtand das Waſſer auf dem Fachbaum der
Fuß, und auf dem Scheitel 9 Fuß. Das Waſſer war alſo
den 8 Fuß hoch angeſchwollen.

Ober- zum Unter-Waſſer betrug nach ſehr genauer Meſſung

0,5 Fuß, ſonſt wäre das Waſſer über die Dämme A und D

ldete das Waſſer (im Grundriſſe Fig. 41.) die Figur $\alpha\beta\gamma\eta\delta$,
ganz beſonders concentrirte. Man kann es füglich den zu-
Waſſerſtrahl nennen.

ürdig, daß dieſer zuſammengezogene Waſſerſtrahl eine ſo augenfäl-
erfläche bildete, daß die Punkte in der Oberfläche des Waſſers
Fig. 41. wenigſtens 6 Fuß erhabner, als die Punkte KLX und
en, welche mit ihnen in ſeinem Queerſchnitt liegen; deshalb ſchien auch
ießende Waſſer auf den Flächen HATIKLMβNH und EDFSRQPηE
zu ſtehen oder doch nur ſehr langſam abzufließen, wenn hingegen in
Raum $\alpha\beta\gamma\eta\delta$, und beſonders im Raum $\beta\gamma\eta$ weißſchäumende 6 Fuß hohe
ellen ſich über die Waſſerfläche erhoben. Die Geſchwindigkeit des Waſſers in
der Oberfläche des zuſammengezogenen Waſſerſtrahls betrug wenigſtens
$C = 7{,}642\sqrt{(4{,}52)} = 16{,}24$ Fuß, und die Länge $\varphi\gamma = 600$ Fuß.

f. Man denke ſich nun, daß $\varphi\pi\sigma\gamma$ Fig. 41. die centriſche Linie des zuſammen-
gezogenen Waſſerſtrahls ſey, ſo wird die Geſchwindigkeit des Waſſers zwar in
dieſer centriſchen Linie von der Oberfläche nach dem Boden merklich abnehmen,
aber wenn ſie auch am Boden um das vierfache geringer wäre, alſo nur 4,08
Fuß beträge (welches gegen alle Erfahrung iſt, indem die Abnahme nie ſo groß

werden nun nach der Richtung BN und OC von sechs zu sechsfüßiger Entfernung eingerammt und verholmt. Zwischen diesen Pfahlreihen werden Steinplatten auf die Faschinade gelegt, die 6 Fuß lang, 3 Fuß breit und 8 Zoll dick sind, und gehörig mit Moos und Stopfsteinen in den Fugen gedichtet und mittelst Keilen zwischen den Holmen verkeilt, so daß die Oberfläche der Holme mit der Fläche der Steinplatten in einer Ebene liegt.

e. Hingegen bedürfen nachstehende Flächen keiner so sorgfältigen und kostspieligen Construction:

f. die Seiten-Dossirung AHGB und FCDE der Einfallsfläche,

g. der Scheitel ATUB und CVWD auf den Seiten-Dossirungen,

h. die Seiten-Dossirung der Abfallsfläche TIKLMNUT und WFSRQPOVW, und endlich

i. der Theil KMPR der beynahe horizontalen faschinirten Steindecke.

Man bedient sich folgenden Verfahrens:
Die Pfähle sind nur 6 Fuß lang und 6 Zoll im Durchmesser dick, stehen 1,666 Fuß vom Mittel zu Mittel aus einander, werden 5 bis 6 Fuß tief eingerammt, ragen 1,5 Fuß über die Faschinade hervor, und werden verzäunt, so daß die Verzäunung eine Höhe von 1,5 Fuß erhält. Diese Zäune KR werden nach der Richtung KL und RQ von 6 zu 6 Fuß queer über das Wehr gemacht, und darin 1,5 Fuß hohe rauhe Bruchsteine gepflastert, wovon jeder wenigstens 200 ℔ wiegt. Hiebey wird aber noch angemerkt, daß die Oberflächen der rauhen Bruchsteine mit den Oberflächen der Zäune in einer Fläche liegen.

N°. 4. Unter jedem Wehr [besonders wenn es das Wasser, wie hier, zu einer Höhe von 8 bis 9 Fuß stauet, und das Material des Grundbettes aus dem feinsten Triebsande bestehet] entstehen Kolke, und diese werden dem Wehr alsdann nachtheilig, wenn sie eine solche Tiefe erlangen, daß sie von unten dasselbe unterminiren. (Siehe meine Beyträge §. 75. N°. 1 und 2. §. 86. N°. 24.)

Aus diesem Grunde muß man nicht allein die fernere Auskolkung zu verhindern suchen, sondern auch eine Unterminirung unmöglich machen. Alles dieses wird durch Sinkstücke (die in meinen Beyträgen 1ster Band §. 149. Seite 332. näher beschrieben sind) erreicht. Der Kolk unterhalb des Wehrs ist jetzt beym kleinsten Wasser 17 Fuß tief, ist aber schon 30 Fuß tief gewesen; folglich wird ein Sinkstück XMPY 17 Fuß tief unter Wasser versenkt, und $2\frac{1}{2}$ Fuß hoch mit Steinen von 100 bis 200 ℔ schwer beschwert. Daß bey diesem und allen ihm ähnlichen Wehren solche Vorsicht, beson-

besonders bey dem feinen Triebsand angewandt, werden muß, davon wird man vollständig belehrt, wenn ich beschrieben habe, was beym plötzlichen Anschwellen des Wassers für Fälle eintreten. Man erhält auch zugleich eine vollständige Kenntniß von denjenigen Stellen des Wehrs, wo das Wasser und Eis den größten Schaden anrichten kann, und wo der geringste Nachtheil zu befürchten ist.

Da ich so glücklich gewesen bin, am 8ten Februar 1808 die Werre in 12 Stunden 8 Fuß anwachsen zu sehen, ein Ereigniß, wovon man kein Beyspiel hat, so kann ich davon sehr umständliche Nachricht geben. Nämlich

a. der Wasserstand war am 8ten Februar 1808 des Morgens um 10 Uhr über dem Fachbaum der Einlaß-Arche S Fig. 30. 5 Fuß, und auf dem Scheitel des Wehrs 1 Fuß. Des Abends um 7 Uhr stand das Wasser auf dem Fachbaum der Einlaß-Arche 13,5 Fuß, und auf dem Scheitel 9 Fuß. Das Wasser war also während der 12 Stunden 8 Fuß hoch angeschwollen.

b. Der Unterschied vom Ober- zum Unter-Wasser betrug nach sehr genauer Messung 4,52 Fuß.

c. Es fehlte nur noch 0,5 Fuß, sonst wäre das Wasser über die Dämme A und D gelaufen.

d. Auf dem Wehr bildete das Wasser (im Grundrisse Fig. 41.) die Figur $\alpha\beta\gamma\eta\delta$, worin sich dasselbe ganz besonders concentrirte. Man kann es füglich den zusammengezogenen Wasserstrahl nennen.

e. Es ist merkwürdig, daß dieser zusammengezogene Wasserstrahl eine so augenfällig convexe Oberfläche bildete, daß die Punkte in der Oberfläche des Wassers φ. π. und σ Fig. 41. wenigstens 6 Fuß erhabner, als die Punkte KLX und RQY waren, welche mit ihnen in seinem Queerschnitt liegen; deshalb schien auch das abfließende Wasser auf den Flächen HATIKLMβNH und EDFSRQPηE fast still zu stehen oder doch nur sehr langsam abzufließen, wenn hingegen in dem Raum $\alpha\beta\gamma\eta\delta$, und besonders im Raum $\beta\gamma\eta$ weißschäumende 6 Fuß hohe Wellen sich über die Wasserfläche erhoben. Die Geschwindigkeit des Wassers in der Oberfläche des zusammengezogenen Wasserstrahls betrug wenigstens $C = 7{,}642\sqrt{(4{,}52)} = 16{,}24$ Fuß, und die Länge $\varphi\gamma = 600$ Fuß.

f. Man denke sich nun, daß $\varphi\pi\sigma\gamma$ Fig. 41. die centrische Linie des zusammengezogenen Wasserstrahls sey, so wird die Geschwindigkeit des Wassers zwar in dieser centrischen Linie von der Oberfläche nach dem Boden merklich abnehmen, aber wenn sie auch am Boden um das vierfache geringer wäre, also nur 4,08 Fuß betrüge (welches gegen alle Erfahrung ist, indem die Abnahme nie so groß

werden nun nach der Richtung BN und OC von sechs zu sechsfüßiger Entfernung eingerammt und verholmt. Zwischen diesen Pfahlreihen werden Steinplatten auf die Faschinade gelegt, die 6 Fuß lang, 3 Fuß breit und 8 Zoll dick sind, und gehörig mit Moos und Stopfsteinen in den Fugen gedichtet und mittelst Keilen zwischen den Holmen verkeilt, so daß die Oberfläche der Holme mit der Fläche der Steinplatten in einer Ebene liegt.

e. Hingegen bedürfen nachstehende Flächen keiner so sorgfältigen und kostspieligen Construction:

f. die Seiten-Dossirung AHGB und FCDE der Einfallsfläche,

g. der Scheitel ATUB und CVWD auf den Seiten-Dossirungen,

h. die Seiten-Dossirung der Abfallsfläche TIKLMNUT und WFSRQPOVW, und endlich

i. der Theil KMPR der beynahe horizontalen faschinirten Steindecke.

Man bedient sich folgenden Verfahrens:
Die Pfähle sind nur 6 Fuß lang und 6 Zoll im Durchmesser dick, stehen 1,666 Fuß vom Mittel zu Mittel aus einander, werden 5 bis 6 Fuß tief eingerammt, ragen 1,5 Fuß über die Faschinade hervor, und werden verzäunt, so daß die Verzäunung eine Höhe von 1,5 Fuß erhält. Diese Zäune KR werden nach der Richtung KL und RQ von 6 zu 6 Fuß queer über das Wehr gemacht, und darin 1,5 Fuß hohe rauhe Bruchsteine gepflastert, wovon jeder wenigstens 200 ℔ wiegt. Hiebey wird aber noch angemerkt, daß die Oberflächen der rauhen Bruchsteine mit den Oberflächen der Zäune in einer Fläche liegen.

N°. 4. Unter jedem Wehr [besonders wenn es das Wasser, wie hier, zu einer Höhe von 8 bis 9 Fuß stauet, und das Material des Grundbettes aus dem feinsten Triebsande bestehet] entstehen Kolke, und diese werden dem Wehr alsdann nachtheilig, wenn sie eine solche Tiefe erlangen, daß sie von unten dasselbe unterminiren. (Siehe meine Beyträge §. 75. N°. 1 und 2. §. 86. N°. 24.)

Aus diesem Grunde muß man nicht allein die fernere Auskolkung zu verhindern suchen, sondern auch eine Unterminirung unmöglich machen. Alles dieses wird durch Sinkstücke (die in meinen Beyträgen 1ster Band §. 149. Seite 332. näher beschrieben sind) erreicht. Der Kolk unterhalb des Wehrs ist jetzt beym kleinsten Wasser 17 Fuß tief, ist aber schon 30 Fuß tief gewesen; folglich wird ein Sinkstück XMPY 17 Fuß tief unter Wasser versenkt, und $2\frac{1}{2}$ Fuß hoch mit Steinen von 100 bis 200 ℔ schwer beschwert. Daß bey diesem und allen ihm ähnlichen Wehren solche Vorsicht, beson-

besonders bey dem feinen Triebsand angewandt, werden muß, davon wird man vollständig belehrt, wenn ich beschrieben habe, was beym plötzlichen Anschwellen des Wassers für Fälle eintreten. Man erhält auch zugleich eine vollständige Kenntniß von denjenigen Stellen des Wehrs, wo das Wasser und Eis den größten Schaden anrichten kann, und wo der geringste Nachtheil zu befürchten ist.

Da ich so glücklich gewesen bin, am 8ten Februar 1808 die Werre in 12 Stunden 8 Fuß anwachsen zu sehen, ein Ereigniß, wovon man kein Beyspiel hat, so kann ich davon sehr umständliche Nachricht geben. Nämlich

a. der Wasserstand war am 8ten Februar 1808 des Morgens um 10 Uhr über dem Fachbaum der Einlaß-Arche S Fig. 30. 5 Fuß, und auf dem Scheitel des Wehrs 1 Fuß. Des Abends um 7 Uhr stand das Wasser auf dem Fachbaum der Einlaß-Arche 13,5 Fuß, und auf dem Scheitel 9 Fuß. Das Wasser war also während der 12 Stunden 8 Fuß hoch angeschwollen.

b. Der Unterschied vom Ober- zum Unter-Wasser betrug nach sehr genauer Messung 4,52 Fuß.

c. Es fehlte nur noch 0,5 Fuß, sonst wäre das Wasser über die Dämme A und D gelaufen.

d. Auf dem Wehr bildete das Wasser (im Grundrisse Fig. 41.) die Figur $\alpha\beta\gamma\eta\delta$, worin sich dasselbe ganz besonders concentrirte. Man kann es füglich den zusammengezogenen Wasserstrahl nennen.

e. Es ist merkwürdig, daß dieser zusammengezogene Wasserstrahl eine so augenfällig convexe Oberfläche bildete, daß die Punkte in der Oberfläche des Wassers φ. π. und σ Fig. 41. wenigstens 6 Fuß erhabner, als die Punkte KLX und RQY waren, welche mit ihnen in seinem Queerschnitt liegen; deshalb schien auch das abfließende Wasser auf den Flächen HATIKLMβNH und EDFSRQPηE fast still zu stehen oder doch nur sehr langsam abzufließen, wenn hingegen in dem Raum $\alpha\beta\gamma\eta\delta$, und besonders im Raum $\beta\gamma\eta$ weißschäumende 6 Fuß hohe Wellen sich über die Wasserfläche erhoben. Die Geschwindigkeit des Wassers in der Oberfläche des zusammengezogenen Wasserstrahls betrug wenigstens $C = 7{,}642\sqrt{(4{,}52)} = 16{,}24$ Fuß, und die Länge $\varphi\gamma = 600$ Fuß.

f. Man denke sich nun, daß $\varphi\pi\sigma\gamma$ Fig. 41. die centrische Linie des zusammengezogenen Wasserstrahls sey, so wird die Geschwindigkeit des Wassers zwar in dieser centrischen Linie von der Oberfläche nach dem Boden merklich abnehmen, aber wenn sie auch am Boden um das vierfache geringer wäre, also nur 4,08 Fuß beträge (welches gegen alle Erfahrung ist, indem die Abnahme nie so groß

werden nun nach der Richtung BN und OC von sechs zu sechsfüßiger Entfernung eingerammt und verholmt. Zwischen diesen Pfahlreihen werden Steinplatten auf die Faschinade gelegt, die 6 Fuß lang, 3 Fuß breit und 8 Zoll dick sind, und gehörig mit Moos und Stopfsteinen in den Fugen gedichtet und mittelst Keilen zwischen den Holmen verkeilt, so daß die Oberfläche der Holme mit der Fläche der Steinplatten in einer Ebene liegt.

e. Hingegen bedürfen nachstehende Flächen keiner so sorgfältigen und kostspieligen Construction:

f. die Seiten-Dossirung AHGB und FCDE der Einfallsfläche,

g. der Scheitel ATUB und CVWD auf den Seiten-Dossirungen,

h. die Seiten-Dossirung der Abfallsfläche TIKLMNUT und WFSRQPOVW, und endlich

i. der Theil KMPR der beynahe horizontalen faschinirten Steindecke.

Man bedient sich folgenden Verfahrens:
Die Pfähle sind nur 6 Fuß lang und 6 Zoll im Durchmesser dick, stehen 1,666 Fuß vom Mittel zu Mittel aus einander, werden 5 bis 6 Fuß tief eingerammt, ragen 1,5 Fuß über die Faschinade hervor, und werden verzäunt, so daß die Verzäunung eine Höhe von 1,5 Fuß erhält. Diese Zäune KR werden nach der Richtung KL und RQ von 6 zu 6 Fuß queer über das Wehr gemacht, und darin 1,5 Fuß hohe rauhe Bruchsteine gepflastert, wovon jeder wenigstens 200 ℔ wiegt. Hiebey wird aber noch angemerkt, daß die Oberflächen der rauhen Bruchsteine mit den Oberflächen der Zäune in einer Fläche liegen.

N°. 4. Unter jedem Wehr [besonders wenn es das Wasser, wie hier, zu einer Höhe von 8 bis 9 Fuß stauet, und das Material des Grundbettes aus dem feinsten Triebsande bestehet] entstehen Kolke, und diese werden dem Wehr alsdann nachtheilig, wenn sie eine solche Tiefe erlangen, daß sie von unten dasselbe unterminiren. (Siehe meine Beyträge §. 75. N°. 1 und 2. §. 86. N°. 24.)

Aus diesem Grunde muß man nicht allein die fernere Auskolkung zu verhindern suchen, sondern auch eine Unterminirung unmöglich machen. Alles dieses wird durch Sinkstücke (die in meinen Beyträgen 1ster Band §. 149. Seite 332. näher beschrieben sind) erreicht. Der Kolk unterhalb des Wehrs ist jetzt beym kleinsten Wasser 17 Fuß tief, ist aber schon 30 Fuß tief gewesen; folglich wird ein Sinkstück XMPY 17 Fuß tief unter Wasser versenkt, und $2\frac{1}{2}$ Fuß hoch mit Steinen von 100 bis 200 ℔ schwer beschwert. Daß bey diesem und allen ihm ähnlichen Wehren solche Vorsicht, beson-

besonders bey dem feinen Triebsand angewandt, werden muß, davon wird man vollständig belehrt, wenn ich beschrieben habe, was beym plötzlichen Anschwellen des Wassers für Fälle eintreten. Man erhält auch zugleich eine vollständige Kenntniß von denjenigen Stellen des Wehrs, wo das Wasser und Eis den größten Schaden anrichten kann, und wo der geringste Nachtheil zu befürchten ist.

Da ich so glücklich gewesen bin, am 8ten Februar 1808 die Werre in 12 Stunden 8 Fuß anwachsen zu sehen, ein Ereigniß, wovon man kein Beyspiel hat, so kann ich davon sehr umständliche Nachricht geben. Nämlich

a. der Wasserstand war am 8ten Februar 1808 des Morgens um 10 Uhr über dem Fachbaum der Einlaß-Arche S Fig. 30. 5 Fuß, und auf dem Scheitel des Wehrs 1 Fuß. Des Abends um 7 Uhr stand das Wasser auf dem Fachbaum der Einlaß-Arche 13,5 Fuß, und auf dem Scheitel 9 Fuß. Das Wasser war also während der 12 Stunden 8 Fuß hoch angeschwollen.

b. Der Unterschied vom Ober- zum Unter-Wasser betrug nach sehr genauer Messung 4,52 Fuß.

c. Es fehlte nur noch 0,5 Fuß, sonst wäre das Wasser über die Dämme A und D gelaufen.

d. Auf dem Wehr bildete das Wasser (im Grundrisse Fig. 41.) die Figur $\alpha\beta\gamma\nu\delta$, worin sich dasselbe ganz besonders concentrirte. Man kann es füglich den zusammengezogenen Wasserstrahl nennen.

e. Es ist merkwürdig, daß dieser zusammengezogene Wasserstrahl eine so augenfällig convexe Oberfläche bildete, daß die Punkte in der Oberfläche des Wassers φ. π. und σ Fig. 41. wenigstens 6 Fuß erhabner, als die Punkte KLX und RQY waren, welche mit ihnen in einem Querschnitt liegen; deshalb schien auch das abfließende Wasser auf den Flächen HATIKLMβNH und EDFSRQPηE fast still zu stehen oder doch nur sehr langsam abzufließen, wenn hingegen in dem Raum $\alpha\beta\gamma\nu\delta$, und besonders im Raum $\beta\gamma\eta$ weißschäumende 6 Fuß hohe Wellen sich über die Wasserfläche erhoben. Die Geschwindigkeit des Wassers in der Oberfläche des zusammengezogenen Wasserstrahls betrug wenigstens $C = 7{,}642\sqrt{(4{,}52)} = 16{,}24$ Fuß, und die Länge $\varphi\gamma = 600$ Fuß.

f. Man denke sich nun, daß $\varphi\pi\sigma\gamma$ Fig. 41. die centrische Linie des zusammengezogenen Wasserstrahls sey, so wird die Geschwindigkeit des Wassers zwar in dieser centrischen Linie von der Oberfläche nach dem Boden merklich abnehmen, aber wenn sie auch am Boden um das vierfache geringer wäre, also nur 4,08 Fuß betrüge (welches gegen alle Erfahrung ist, indem die Abnahme nie so groß

angetroffen wird), so ist dennoch diese Geschwindigkeit noch viel zu groß, als daß der feine Triebsand des Grundbettes der Werre nicht aufgerührt und weggeführt werden sollte. (§. 74 bis 77 meiner Beyträge 1ster Band). Ueberdem entstanden dadurch, daß 600 Fuß vom Punkt φ Fig. 42. die trübe Materie im Grundbette der Werre niederschlug und eine Alluvion erzeugt wurde, große Wirbel, die sich in dem Raum von LQ bis γ dreheten und das Grundbette aushöhlten.

g. Bedenkt man überdem, daß die Wassermenge, welche in einer Secunde über das Wehr bey der höchsten Anschwellung floß, wenigstens (§. 31. N°. 3.)

$$M = (\tfrac{2}{3}[(H+N)^{\frac{3}{2}} - N^{\frac{3}{2}}] + (h-K)\,\xi\sqrt{(H+N)})\,\gamma b$$

$$= (\tfrac{2}{3}[(4{,}52+0{,}4)^{\frac{3}{2}} - 0{,}4^{\frac{3}{2}}] + (9-4{,}52)\,0{,}95\sqrt{(4{,}52+0{,}4)}\,7{,}642.300$$

$= 37929$ Kubikfuß Wasser, und die Geschwindigkeit derselben schon auf dem Scheitel wenigstens 13,47 Fuß in der Secunde betrug, so wird man leicht begreifen, woher bey solchen plötzlichen Anschwellungen eines Flusses die Auskolkung unterhalb eines Wehrs sehr bedeutend werden kann, und daß die Sicherung des Grundbettes mit Sinkstücken in dem vorhandenen Kolk selbst eine unerläßige Bedingung ist.

N°. 5. Dieses alte Faschinen-Wehr in vorbeschriebener Art umzuformen, kostet höchstens 23310 Rthlr., wobey der große Vortheil nicht zu verkennen ist, daß man diese Umformung nach und nach, z. B. in 3 Jahren, bewerkstelligen kann.

§. 39.

Es entstehet nun die Frage, wie groß die jährliche Unterhaltung des Wehrs seyn wird.

N°. 1. Um dies gehörig zu beurtheilen, muß man bedenken:

a. daß hohe Fluthen ohne Eisgänge dem Wehr durchaus keinen Schaden verursachen können. Giebt es also Jahre, wie 1805 bis 1808, wo keine Eisgänge statt gefunden haben, so kann das Wehr sehr wenig oder gar keine Beschädigungen erleiden.

b. Bey fürchterlichen Eisgängen kann aber das Wehr in dem Raum $\alpha\beta\gamma\eta\delta$ Fig. 41. Beschädigungen erleiden; und zwar

α. in dem Raum aKβNu und bRηOV. Jede Fläche enthält beyläufig 9 □Ruthen.

β. In

β. In dem Raum NOR$_{\eta}$φβKN. Diese Fläche enthält 25 □Ruthen.

γ. In dem Raum GBUNOVCFG. Diese Fläche enthält 83 □Ruthen.

In α) kann die Wiederherstellung höchstens kosten —		180 Rthlr.
In β) — — — —		250 —
In γ) kann die Wiederherstellung höchstens kosten, da nur blos die Holme beschädiget und die Steine von neuem gesetzt werden müssen — — — —		615 —
Endlich die Ausbesserung der übrigen Steindecke —		200 —
	Summa	1245 Rthlr.
Hierzu die Interessen des Anlage-Capitals zu 4 Procent, macht für 23310 Rthlr. —		932 —
	Summa	2177 Rthlr.

N°. 2. Das ganze Wehr kann nach Jahren sinken; dies liegt in der Natur der Construction. Aber man sieht sehr leicht ein, daß dies nicht bedeutend seyn kann, weil der ganze Faschinen-Körper nach und nach verweset, und in einen Grand- und Sand-Damm verwandelt ist, dessen Oberfläche man bisher sehr sorgfältig alljährlich 2 Fuß hoch mit Faschinen bedeckte. Aber auch angenommen, das Wehr sinkt, so ist nicht zu bezweifeln, daß es vermöge der beschriebenen Construction des Wehrs, ganz ohne Schwierigkeit angehet, alle Flächen gehörig wieder auszugleichen. Auch kann dies das Maximum der angegebenen jährlichen Unterhaltung von 1245 Rthlr. nicht übersteigen, weil es nicht jährlich fürchterliche Eisgänge giebt, und alsdann bekanntlich die Reparatur-Kosten geringer sind.

N°. 3. Würden ferner meine Vorschläge ausgeführt, so würden dieselben kosten:

a. Die Anlegung eines Kunstrades an der Jägerbrücke, und die Grabung eines Kanals p. o. v. w. L Fig. 30. zur Betreibung der Sool-Brunnen — — —		4500 Rthlr.
b. Die Umänderung der Kunst zur Betreibung der Gradirung		3500 —
c. Die Umänderung des großen Wehrs — —		23310 —
	Summa	31310 Rthlr.
Die Interessen dieses Capitals zu 4 Procent betragen		1252 —
Die Unterhaltung der vorstehenden Anlagen, nach einem mittlern Durchschnitt gerechnet —		1553 —
Folglich die ganze Unterhaltung dieser Wasserwerke —		2805 Rthlr.

§. 40.

Obgleich diese §. 38 und 39. vorgeschlagene Umänderung des großen Faschinen-Wehrs meiner Meinung nach einen ganz vorzüglichen Werth hat, (und auch jetzt zum Theil in Ausführung gekommen ist), da unstreitig der Bau desselben mit Faschinen und Steinen in einer holzarmen, hingegen an Steinen reichen Gegend, und in einem Fluß, dessen Grundbette aus feinem Triebsand und aus Kohlenschiefer bestehet, den Vorzug vor jeder anderen Bauart verdient, um so mehr, da man das alte Faschinen-Wehr mit benutzen kann; und obgleich dergleichen Arten von Wasserbauen, sowohl in hiesigen als anderen Gegenden, nicht allein vielfältig ausgeführt sind, sondern auch bereits eine Probe mit einem Streifen von 12 Fuß breit, 60 Fuß lang, mitten in der Abfalls-Dossirung UNOV Fig. 41. gemacht ist, welche ein außerordentlich günstiges Resultat erwarten läßt: so hat man dennoch von Seiten der höchsten Behörde gezweifelt, ob nicht die Kosten der Erbauung und Unterhaltung größer ausfallen möchten, als ich solche angegeben habe, und aus Erfahrung zu schließen mich berechtiget halte; ja man hat sogar dieser vorgeschlagenen Bauart nicht Stabilität zugetrauet, und vermeint, daß das ganze Wehr destruirt werden könnte. So sehr ich auch vom Gegentheil überzeugt bin, indem es möglich gewesen ist, bis jetz ein Faschinen-Wehr, welches dem Wasser und Eise eine Fläche von 653 □Ruthen bey gewöhnlichen Wasserständen darbietet, zu erhalten, so habe ich dennoch versucht, eine andere Methode vorzuschlagen, wie sogar 10,465 Fuß Gefälle zum Behuf des Brunnen- und Gradir-Betriebes [nemlich 5 Fuß Wasserstand auf dem Fachbaum, 3 Fuß Kropf-Gefälle und 2465 Fuß Gefälle zur Unter-Räusche] erhalten werden können, und dennoch nur ein Wehr erforderlich ist, welches zwey Fuß hoch stauet.

N°. 1. Aus der fünften Tabelle ist ersichtlich, daß die Werre auf 100 Ruthen ein mittleres imaginaires gleichförmiges Gefälle von 0,781 Fuß hat [weil bekanntlich Flüsse und Ströme kein ganz gleichförmiges Gefälle, vermöge des verschiedenartigen Materials und der veränderlichen Geschwindigkeiten des Wassers beym Anschwellen, am Grundbette haben können]. Um aber eine bestimmte Wassermenge, z. B. 150 Kubikfuß Wasser, in einer Secunde vermittelst eines Kanals den zwey Kunsträdern, welche die Brunnen und Gradirung betreiben, und den zwey Mahlgängen der Getraidemühle auf dem Neusalzwerk zuzuführen, bedarf es, besonders bey den Abmessungen, welche der Kunst-Kanal hat [nemlich 20 Fuß Unterbreite, einer 1füßigen Dossirung und 5 Fuß Wassertiefe], ein viel kleineres Gefälle; folglich wird die Stauhöhe des Wehrs, welches das Wasser aus der Werre in den Kunstkanal hinein leiten muß, immer kleiner, je länger man den Kunstkanal stroman macht.

N°. 2.

N°. 2. Gesetzt den Fall, ich verlängere den jetzigen alten Kunstkanal qps Fig. 30, welcher 433 Ruthen lang ist, stroman bis nach G Marqueur N°. 1. noch auf 825 Ruthen (also MOPQRSTG Fig. 30.), so entstehen vier Fragen:

Die erste: da ich 10,465 Fuß Gefälle zum Betrieb der Brunnen-Gradirung und Getraide-Mühle verlange [eigentlich gebraucht man nur nach §. 37. acht Fuß], wie groß muß das Gefälle des Wasserspiegels im Kunst-Kanal von G Marqueur N°. 1. Fig. 30. bis der Kunstschleuse q Fig. 30. auf 1258 Ruthen seyn, um 90,162 Kubikfuß Wasser beym kleinsten Wasserstande der Werre pro Secunde zuzuführen, wenn die mittlere Breite des Kanals = 20 Fuß = b, die Tiefe = 2,25 Fuß = h, der Perimeter = 24,5 Fuß = p, der Queerschnitt = 45 □Fuß = q, und die mittlere Geschwindigkeit = 2,0036 Fuß = v beträgt? (vorausgesetzt, daß man auf Anschlemmung und auf die Erzeugung von Wasserpflanzen, als Schilf u. s. w. Rücksicht nimmt).

Die zweite: wie viel Gefälle vom Punkte G an hat die Werre bis nach L, wo die Confluenz der Werre und des Kunst-Kanals statt findet?

Die dritte: wie groß wird die Stauhöhe des neuen Faschinen-Steinwehrs seyn?

Die vierte: wie weit erstreckt sich die Stauung des jetzigen großen Faschinen-Wehrs, und also, wie weit erhält das Gefälle des Wasserspiegels der Werre oberhalb desselben eine veränderte Gestalt, wenn das Wehr weggenommen wird?

Nach dem Nivellement Tabelle V hat der Kunst-Kanal uspq Fig. 30. auf 433 Ruthen 1,888 Fuß Gefälle; folglich beträgt die Stauhöhe, welche dem Kanal die mittlere Geschwindigkeit von 2,0036 Fuß eindrücken muß [meine Beyträge 1ster Band §. 112.], $H = \frac{2{,}036^2}{56{,}85} + 2{,}25 = 2{,}32$ Fuß, und das Gefälle, welches auf 825 Ruthen = 9900 Fuß erforderlich ist (meine Beyträge 1ster Band §. 92. N°. 26. und §. 114. N°. 6. pag. 288) $\varphi = \frac{(90{,}162)^{2{,}314} \cdot 9900 \cdot 24{,}5}{(49{,}294)^{2{,}34} \cdot (45)^{3{,}314}}$ = 3,166 Fuß, also $H + \varphi - h = 2{,}32 + 3{,}166 - 2{,}25 = 3{,}236$ Fuß. Es wird also ein Gefälle von 3,236 + 1,888 = 5,124 Fuß erfordert, um dem Wasser die Bewegung in dem 1258 Ruthen langen Kanal zu ertheilen, mit 2,0036 Fuß Geschwindigkeit in der Secunde abzufließen, und die Widerstände, welche Anschlemmung und Wasserpflanzen verursachen, zu überwinden. Hierdurch ist die erste Frage beantwortet.

Anmer-

Anmerkung. Daß die Theorie, wonach hier das Gefälle bestimmt ist, und welche ich in meinen Beyträgen 1ster Band von Bewegung des Wassers in Flüssen und Kanälen vorgetragen habe, mit der Ausübung ungemein gut übereinstimmt, davon findet man in des Herrn Krieges-Rath Schulz Versuch einiger Beyträge zur hydraulischen Architectur Seite 90. das überzeugendste Beyspiel.

1. Der Ourcq-Kanal führt in 24 Stunden 260000 Kylolitres, oder in einer Secunde $\frac{260000}{86400} = 3{,}009$ Kylolitres $=$ 168350 rheinländische Kubikzoll Wasser ab.

2. Das Queerprofil ist 8,625 □Meter, oder $=$ 12618 rheinl. □Zoll.

3. Der Kanal ist 1,5 Meter $=$ 57,373 rheinl. Zoll tief.

4. Der Umfang des Queerschnitts ist 8,5 Meter $=$ 325,11 rheinl. Zoll.

5. Der Kanal ist 96000 Meter $=$ 3671900 rheinl. Zoll lang.

6. Auf dieser Länge von 96000 Meter hat Herr Girard dem Kanal deshalb 10,1414 Meter $=$ 387,88 rheinl. Zoll Gefälle gegeben, damit die zufälligen das Kanal-Wasser verunreinigende Gegenstände, und besonders das im Kanal wachsende Schilf u. s. w., welche den Widerstand sehr beträchtlich vermehren, dennoch nicht den Abfluß des Wassers verzögern, da die mittlere Geschwindigkeit des Wassers im Kanal auf 0,35 Meter $=$ 13,85 rheinl. Zoll in der Secunde festgesetzt ist.

Nach meiner Theorie von Bewegung des Wassers in Flüssen und Kanälen kommt es also auf nachstehende Betrachtungen an:

Da der Queerschnitt des Kanals bey einer mittleren Breite von 219,94 rheinl. Zoll, und $1\frac{1}{2}$füßiger Dossirung, stets eine Wasser-Tiefe von 57,373 Zoll hat, so ist derselbe als ein vollkommener Queerschnitt anzusehen, und es würde daher der Exponent der Potenz, zu welcher die mittlere Geschwindigkeit des Wassers im Kanal erhoben wird, nur $= 2$, also $n = 2$, und folglich (siehe meine Beyträge 1ster Band Seite 225. No. 14.) das Gefälle

$$\varphi = \frac{c^2 \lambda p}{99150.q} = \frac{13{,}85^2 \cdot 3671900 \cdot 325{,}11}{99150 \cdot 12618} = 183{,}18 \text{ Zoll} = 4{,}7891 \text{ Meter}$$

seyn dürfen, wenn nicht die Wasserpflanzen und andere den Kanal verunreinigende Gegenstände als Erhöhungen und Vertiefungen im Grundbette u. s. w. den Widerstand, welchen das Wasser in demselben erleidet, sehr bedeutend vergrößerten.

Es muß daher die mittlere Geschwindigkeit c zu einer Potenz erhoben werden, deren Exponent größer wie 2,277, und kleiner wie 2,314 ist, weil die Erfahrung solches bekundet (meine Beyträge erster Band Tab. XXVII. Versuch 109. bis No. 128 und No. 145. 147. 149. Ferner Seite 233. Anmerkung und Seite 288. Anmerkung). Es sey daher der Exponennt $n = 2{,}28$, so ist

$$\varphi = \frac{c^{2{,}28} \cdot \lambda \cdot p}{m \cdot q} = \frac{13{,}85^{2{,}28} \cdot 3671900 \cdot 325{,}11}{155{,}37 \cdot 12618} = 382{,}41 = 9{,}998 \text{ Meter.}$$

Herr Girard hat das Gefälle des Kanals zu 10,1414 Meter bestimmt; folglich ist der Unterschied $=$ 5,47 rheinl. Zoll.

Durch

Durch dieſes Beyſpiel überzeugt man ſich ferner, daß die Buatſche Theorie von Bewegung des Waſſers in Flüſſen und Kanälen nicht anwendbar iſt, und daß das Gefälle für natürliche Waſſerleitungen oder Rinngräben ſo beſtimmt werden muß, wie ich ſchon in meinen Beyträgen 1ſter Band Tab. XXVII. Verſuch No. 109 bis 128. angegeben habe.

Nach der fünften Tabelle hat die Werre von G bis L Fig. 30 auf 1692 Ruthen (die Krümmungen des Fluſſes nach gemeſſen) 13,925 Fuß Gefälle. Hierdurch iſt die zweyte Frage beantwortet.

Die Differenz zwiſchen dem Ober- und Unter-Waſſer des neuen Faſchinen-Stein-Wehrs darf alſo nur 10,465 + 5,124 — 13,925 = 1,664 Fuß betragen. Folglich muß die Stauhöhe des Wehrs offenbar geringer, als die Differenz zwiſchen dem Ober- und Unter-Waſſer ſeyn, weil über dem Scheitel des Wehrs doch noch Waſſer überfließt. Zur Sicherheit nehme ich demnach 1,5 Fuß Stauhöhe des Wehrs an, [vorausgeſetzt, wenn ſich der Waſſerſpiegel der Werre oberhalb des jetzigen großen Faſchinen-Wehrs, und zwar bey G. Fig. 30. nicht ändert, im Fall das Wehr weggenommen wird, welches bey der vierten Frage noch näher zu erörtern iſt]. Hierdurch iſt die dritte Frage beantwortet.

Die vierte Frage läßt ſich auf folgende Art beantworten: Obgleich es in der Natur niemals ſtatt finden kann, daß Ströme und Flüſſe ein gleichförmiges Gefälle des Waſſerſpiegels haben, ſo muß man doch für den Fall des Aufſtaues mittelſt Wehre dieſe Annahme gelten laſſen, weil der durch ein Wehr erhobene Waſſerſpiegel eine ſolche Annahme verſtattet. Hätte alſo im Jahre 1745, ehe das Wehr angelegt wurde, die Werre in dieſem Tractus AL n Fig. 30. ein gleichförmiges Gefälle bey dem Waſſerſtande, welchen die Tab. V. anzeigt, gehabt; ſo betrug das Gefälle des Waſſerſpiegels auf 100 Ruthen 0,781 Fuß, und das große Faſchinen-Wehr ſtauete damals nur 7,84 Fuß, nicht ſo wie jetzt 9,88 Fuß. [Meine Beyträge 1ſter Band §. 149. Anmerkung.] Als aber die Waſſermenge der Werre ſich theilte, und ein Theil dem Kunſt-Kanal zufloß, der andere Theil ſich über das Wehr ergoß, ſo wurde das Grundbette, entweder auf den ganzen Tractus oder auf einen Theil, vom Faſchinen-Wehr t bis L Fig. 30. vertieft, die Waſſerhöhe unterhalb vermindert, und dadurch nach und nach verurſacht, daß das Wehr jetzt 9,88 Fuß ſtauet. [Siehe meine Beyträge 1ſter Band §. 149. Anmerkung.] Nach dem Nivellement Tab. V. kann man alſo aus Erfahrung den Punkt angeben, wo der Aufſtau des Wehrs aufhört, nämlich wo das Gefälle des Waſſerſpiegels anfängt, auf 100 Ruthen größer als 0,781 Fuß zu werden. Alſo, vom Anfangs-Punkt des Nivellements Tab. V. angerechnet, hat man

von A bis A auf 56	Ruthen	0,75	Fuß oder auf	100	Ruthen	= 1,268	Fuß	Gefälle
von A bis B — 95	—	0,87	— — —	100	—	= 0,9157	—	—
von A bis F — 173,5	—	1,28	— — —	100	—	= 0,7370	—	—
von A bis C — 216,5	—	1,49	— — —	100	—	= 0,688	—	—

Man ersieht also, daß der Punkt der größten Stauung 1614,9 — 173,5 = 1441,4 Ruthen vom großen Stau-Wehr, oder 173,5 Ruthen vom Anfangs-Punkt des Nivellements Tab. V. entfernt liegt. Setzt man diese Berechnung fort, wie ich solches Tab. XIV. in Vergleichung mit Tab. V. gethan habe, so ergiebt sich das Verhältniß zwischen der Stauung, dem imaginairen gleichförmigen und dem wahren Gefälle.

Man ersieht also auch aus der XIVten Tabelle sub G. Mara. No. 1., daß da, wo das neue Wehr angelegt werden soll, der Wasserspiegel noch = 0,66 Fuß sinken kann. Da nun der Wasserspiegel oberhalb des neuen Wehrs G vermöge des Aufstaues unveränderlich bleibt, so wird das neue Wehr stauen 1,5 + 0,66 = 2,16 Fuß. Allein da (nach §. 33 und 37.) bestimmt erwiesen ist, daß man nur 8 [nicht 10,465] Fuß Gefälle gebraucht, um die Brunnen, die Gradirung und die zwey Mahlgänge hinlänglich zu betreiben, so ist eigentlich gar kein Wehr erforderlich. Als Maximum habe ich aber dennoch selbiges 2 Fuß angenommen.

Daß das neue Wehr G Fig. 30. nicht mehr wie allerhöchstens zwey Fuß stauen könne, läßt sich leicht einrichten. Einmal, wenn man das große Faschinen-Wehr K Fig. 30. nur zwey Fuß unter dem Fachbaum der Einlaß-Arche S Fig. 30 abträgt, und zweytens, wenn man allenfalls unterhalb, z. B. bey Marqueur No. 2. Fig. 30. L. ein Sinkstück von einem Fuß hoch, 56 Fuß lang und 24 Fuß breit in das Grundbette legt, und 2 Fuß hoch mit Steinen in Encaissemens von Zäunen befestiget. (Meine Beyträge 1ster Band §. 148.)

No. 3. Es sind nun die Dimensionen des Wehrs und dessen Stelle bestimmt; folglich ist es nur noch nöthig, die übrigen Vorrichtungen zu beschreiben.

Der neu anzulegende Kanal MOPQRSTG Fig. 30. wird durch 3 Gebürgs-Bäche M.Q.S. senkrecht durchschnitten. Glücklicher Weise führen dieselben keinen Sand, sondern Steine; es ist also möglich, selbige mit einer sanften Dossirung senkrecht mit dem Kanal hinein, und auf der anderen Seite mit ähnlicher sanften Dossirung heraus zu führen; jedoch sind diese Durchschneidungs-Stellen mit faschinirten Stein-

bettun-

bettungen zu ſichern. Ferner muß eine Ablaß-Schleuſe bey V angelegt werden, welche bey kleinem und ſehr großem Waſſer und bey Eisgängen verſchloſſen iſt, bey mittlerem Waſſer aber gezogen werden kann, um den Kanal zu ſpühlen. Und endlich, da die Paſſage durch dieſen Kanal unterbrochen wird, ſo müſſen 3 Brücken angelegt werden.

N°. 4. Die Koſten dieſes Vorſchlages betragen:

		Rthlr.	ggr.	pf.
A.	Die Abtragung des großen Faſchinen-Wehrs 2 Fuß unter dem Fachbaum der Einlaß-Arche —	1898	—	—
B.	Die Erbauung einer maſſiven Frey-Arche, welche 8 Fuß ſtauet — — —	7392	4	6
C.	Die Verlängerung des Kunſtkanals von S bis G Fig. 30. auf 825 Ruthen und deſſen Entſchädigung —	19981	12	5
D.	Die Sicherung des Grundbettes und der Ufer, wo die 3 Gebürgs-Bäche den Kanal durchſchneiden —	511	4	—
E.	Die Abbrechung eines Stalles, der in der Kanal-Linie ſtehet — — —	50	—	—
F.	Die Erbauung zweyer Futter-Mauern und einer hölzernen Brücke bey R — —	2951	12	—
G.	Die Erbauung zweyer hölzerner Brücken bey Q und S	1566	7	2
H.	Die Erbauung eines faſchinirten Stein-Wehrs bey G, welches zwey Fuß hoch ſtauet — —	2985	7	6
I.	Die Anlegung eines Sinkſtücks bey Marq. N°. 2. I. zur Befeſtigung des Grundbettes —	276	6	9
K.	Extraordinaria — —	3609	2	10
L.	Die Anlegung eines Kunſtrades an der Jägerbrücke, und Ziehung eines Grabens p. v. w. L. —	4500	—	—
M.	Die Umänderung der Kunſt zur Betreibung der Gradirung — — —	3500	—	—
	Summa	49221	9	2

N°. 5. Man wird vielleicht dieſem Vorſchlag, welcher höchſtens (wenn alle Anlagen ganz ſolide erbauet werden) 49221 Rthlr. koſten kann, entgegenſetzen, daß ſich der Kanal alljährlich verſchlammen werde, theils weil drey Bäche denſelben

durchschneiden, die, wenn auch nicht viel, doch immer etwas trübe Materie führen, und Verschlammung erzeugen; theils weil bey hohen Ueberschwemmungen offenbar trübe Materie im Kanal niederschlagen wird, da bey zugesetzter Ablaß-Arche M die Geschwindigkeit des Wassers im Kanal sehr viel geringer, als im Werreſluß selbst ist. Bedenkt man aber, daß die Ablaß-Arche 7 Fuß stauet, daß der Kanal 3,236 Fuß Gefälle hat, und daß bey mittlerm Wasser und bey Ziehung der Schützen in der Ablaß-Arche M eine mittlere Geschwindigkeit von fünf Fuß im Kanal entstehet, welche alle trübe Materie in Bewegung setzt und wegspühlt, so fällt dieser Einwand weg. Aber auch angenommen, es lege sich im Durchschnitt jährlich im Kanal 0,5 Fuß trübe Materie nieder, die nicht fortgespühlt werden kann, so kostet deren Herausbringung, da es 688 Schachtruthen sind, à 12 ggr. = 344 Rthlr. Rechnet man zu Erhaltung und Reparaturen der Anlagen sub litt. B. D. F. G. H und I (§. 40. N°. 4), welche 15683 Rthlr. betragen, 5 Procent vom Anlage-Kapital, so beträgt selbiges 627 Rthlr., und die Unterhaltung des Kunstrades nebst Gestänge u. s. w. 200 Rthlr. Folglich bilden sich die Kosten der jährlichen Unterhaltung auf folgende Art:

Die Verzinsung des Anlage-Kapitals von 49221 Rthlr. à 4 Procent Zinsen, macht	—	—	1968	Rthlr.
Die Unterhaltung des Kanals	—	—	344	—
Die Unterhaltung der Wasserwerke	—	—	627	—
Die Unterhaltung des Kunstrades und Gestänges		—	200	—
		Summa	3139	Rthlr.

Dieser Vorschlag, statt des großen Faschinen-Wehrs den Kunst-Kanal auf 825 Ruthen zu verlängern, hat in der That darum einen Vorzug, weil man mit der größten Gewißheit die Erhaltung der Wasserwerke verbürgen kann, da sie von großem Wasser und Eise gar nicht zerstöhrt werden können. Aber er hat andere Nachtheile: dahin gehören die Vergrabung und Zerstücklung schöner cultivirter Ländereyen, die schwierigere Aufsicht der Wasserwerke, und endlich die Widersprüche der Grund-Eigenthümer. Möge nun auch dieser (§. 40) oder jener (§. 38 und §. 39.) beschriebene Vorschlag ausgeführt werden, so hat man die volle Ueberzeugung, daß Wasserkräfte auf der Neusalzwerker Saline überflüssig vorhanden sind, um die Brunnen, die Gradirung und die 2 Mahlgänge der Getraide-Mühle zu betreiben.

§. 41.

§. 41.

So überzeugend in den §. §. 33 bis 40. dargethan ist, daß die Werre hinlängliches und sogar überflüssiges Wasser, selbst bey den kleinsten Wasserständen und einem sehr bedeutenden Gefälle von 8 oder auch 10,465 Fuß, liefert, um die Brunnen, die Gradirung und die 2 Mahlgänge der Getraide-Mühle zu betreiben; so hat es doch mehrere Sachverständige gegeben, die angerathen haben, statt der hydraulischen, sich zweyer Dampf-Maschinen zu bedienen. Ja es war sogar im Jahr 1805 bestimmt beschlossen, diese Maschinen zu erbauen, als die persönliche Gegenwart Sr. Hochgräfl. Excellenz des Herrn Staats-Ministers Grafen von Rheden im July 1805 auf Neusalzwerk, und meine Einwendungen gegen Erbauung derselben, darin eine Aenderung machten. Es verdient daher eine genaue Untersuchung, wie sich die Kosten solcher Dampfmaschinen zu hydraulischen Vorrichtungen verhalten.

N°. 1. Bey der Lage der Brunnen, der Gradirung und der Getraidemühle ist es nothwendig, zwey Dampfmaschinen zu erbauen.

Die erste muß mittelst eines Gestänges die Soole aus beiden Brunnen so hoch heben, daß selbige auf den Gradirfall N°. 1. im Rinnkasten ausfließt.

Die zweyte kann auf zweyerley Art die Gradirung betreiben: einmal, daß solche Einrichtung gemacht wird, daß man die Soole mittelst Röhrfarthen so oft hin und zurück auf die Rinnkästen der Gradirung führt, als Gradirfälle weniger eins, vorhanden sind; oder zweytens, daß man mittelst eines Gestänges die Gradir-Pumpen bewegt.

N°. 2. Die Geschwindigkeit eines Pumpen-Kolbens, welcher durch eine Dampfmaschine bewegt wird, muß nicht größer als zwey Fuß in der Secunde seyn, besonders wenn selbige in Verbindung mit Feld-Gestängen stehet; folglich, wenn der Kolbenhub 4 Fuß bey einer Dampfmaschine angeordnet wird, muß derselbe in einer Minute 15 mal auf- und nieder-spielen.

N°. 3. Es ist zwar nicht verstattet, anzunehmen, daß die Soolmenge der Brunnen oder der Gradirung in einer Pumpe vereinigt, auf eine bestimmte Höhe gebracht, und alsdann deren Last gehörig auf den Balancier der Dampfmaschine reducirt werde; aber es wird erlaubt seyn, damit solche Einrichtung zu treffen, wie in der dreyzehnten Tabelle angegeben ist, besonders da es hier nur auf einen Ueberschlag ankömmt. Nun ist die Kraft, welche erforderlich ist, um die Kolben der Gradir-Pumpen aufzuziehen, = Q = 55,362 Kubikfuß Wasser (Tab. XIII.)

N°. 4. Die Reibung des Gradir-Geſtänges, auf die Warze des Krummzapfens gebracht, iſt nach §. 35. N°. 10. bey einem Hub von 3 Fuß = 6,38331 Kubikfuß Waſſer; folglich iſt ſelbige bey einem Hub von 4 Fuß = $\frac{4}{3}$. 6,38331 = 4,787 = Q^{I}.

N°. 5. Die Kraft zur Bewegung der Warm-Waſſer und Injections-Pumpe u. ſ. w. beträgt, auf das Ende des Balanciers reducirt, beyläufig 2 Kubikfuß Waſſer = Q^{II}.

N°. 6. Die Kraft zur Ueberwindung der Zapfen-Reibung am Balancier beträgt höchſtens, gehörig reducirt, = 1 Kubikfuß Waſſer = Q^{III}.

N°. 7. Die Kraft, welche erforderlich iſt, die Nebenhinderniſſe der Steurung zu überwinden, beträgt, gehörig reducirt, = 0,3 Kubikfuß Waſſer = Q^{IV}.

N°. 8. Die Reibung des Kolbens im Zylinder beträgt höchſtens, gehörig reducirt, = 0,9 Kubikfuß Waſſer = Q^{V}.

N°. 9. Die Ueberwucht, um den jedesmal nach t Secunden aus der Ruhe in Bewegung geſetzten flüſſigen und feſten Maſſen des Geſtänges die gehörige Geſchwindigkeit und Bewegung zu ertheilen, beträgt, gehörig reducirt, = 4,609 Kubikfuß Waſſer = V.

N°. 10. Um die Ueberwucht für die flüſſigen und feſten Maſſen zu finden, welche am Balancier der Dampfmaſchinen angebracht ſind, ſtelle Fig. 46. AB den Balancier vor, an welchem die Maſſen P. Q. R. in der Entfernung CA, CE und CD angebracht ſind, ſo iſt das Moment der Trägheit, welches allen dieſen Maſſen gleichgeltend iſt, $\Sigma = \frac{AC^2}{CB^2} P + \frac{CE^2}{CB^2} Q + \frac{CD^2}{CB^2} . R$, und da CB = AC, ſo iſt $\Sigma = P + \frac{CE^2}{CB^2} Q + \frac{CD^2}{CB^2} R$. Die reducirte Größe der jedesmal nach 2 Secunden aus der Ruhe in Bewegung zu ſetzenden flüſſigen Maſſen iſt = W = 101 Kubikfuß Waſſer. Die reducirte Größe der jedesmal nach 2 Secunden aus der Ruhe in Bewegung zu ſetzenden feſten Maſſen iſt $\Sigma = 200 + \frac{4^2}{8^2} . 2 + \frac{3,5^2}{8^2} . 0,3 = 200,562$ Kubikfuß Waſſer.

N°. 11.

N°. 11. Nun ist [nach Herrn Rath Langsdorffs Grundlehren der mechanischen Wissenschaften pag. 592] $V = \frac{b}{B} \frac{(\Sigma + W)(\Sigma + W + \Pi)b}{t^2 g(\Sigma + W + 2\Pi)}$; aber es ist hier $\Pi = o$ und $b = B$, also $V = \frac{(\Sigma + W)b}{t^2 g} = \frac{(101 + 200{,}56)4}{2^2 \cdot 15{,}625} = 19{,}3$ Kubikfuß Wasser. Die ganze Ueberwucht, welche bey dieser Dampfmaschine erforderlich ist, beträgt $19{,}3 + 4{,}609 = 23{,}909$ Kubikfuß Wasser.

N°. 12. Die Last, welche der Zylinder-Kolben überwinden muß, bestehet

a. aus der Pumpenlast $Q = 55{,}362$ Kubikfuß Wasser;

b. aus der Reibung des Gestänges $Q^I = 4{,}787$ Kubikfuß Wasser;

c. aus der Last der Warm-Wasser und Injections-Pumpe $Q^{II} = 2$ Kubikfuß Wasser;

d. aus der Zapfen-Reibung am Balancier $Q^{III} = 1$ Kubikfuß Wasser;

e. aus der Reibung an der Steurung und den Ventil-Klappen $Q^{IV} = 0{,}3$ Kubikfuß Wasser;

f. aus der Reibung des Kolbens im Zylinder $= Q^V = 0{,}9$ Kubikfuß Wasser;

g. aus der Ueberwucht $Q^{VI} = 23{,}909$ Kubikfuß Wasser.

Zusammen 88,258 Kubikfuß Wasser.

Anmerkung. Eigentlich müßte man auch noch den Widerstand bestimmen, den die in den Kondensator abziehende Dämpfe den sinkenden Kolben entgegensetzen; da dies aber hier nur ein Ueberschlag ist, so lasse ich, zu Gunsten des Projects, Dampfmaschinen anzulegen, diesen Umstand außer Acht.

N°. 13. Wenn bey Dampfmaschinen die Pumpenlast und ihre Bewegungshindernisse auf ein Ende des Balanciers reducirt sind, so ist die Geschwindigkeit des Zylinder-Kolbens auf dem andren Ende des Balanciers jener ersten gleich, oder: die Geschwindigkeit, womit die Kraft angegriffen wird, ist (gehörig reducirt), der Geschwindigkeit der Last, womit selbige angegriffen wird, gleich.

Beym mittleren Betrieb einer Dampfmaschine hält die Elasticität der Dämpfe dem Druck einer 38 Fuß hohen Wassersäule auf die Zylinder-Kolbenfläche das Gleichgewicht.

Nennt

Nennt man dieſe Höhe = H, den Durchmeſſer des Zylinders = D, ſo iſt die Kraft $K = \frac{\pi}{4} D^2 H$, alſo $D = 2\sqrt{\left(\frac{K}{\pi H}\right)} = 2\sqrt{\left(\frac{88{,}258}{3{,}1415 \cdot 38}\right)}$ = 1,7179 □Fuß, und $\frac{\pi}{4} D^2 = A = 2{,}3226$ □Fuß.

N°. 14. In gleicher Art beſtehen die Laſt und die Bewegungshinderniſſe beym Brunnenbetrieb aus folgenden Gegenſtänden:

a. aus der Kraft, welche erforderlich iſt, um die Kolben der Brunnen-Pumpen aufzuziehen, Q = 73,122 Kubikfuß Waſſer;

b. aus der Reibung des Brunnen-Geſtänges nach §. 34. N°. 2. 3 und 4, und gehörig reducirt, = Q^I = 10,676 Kubikfuß Waſſer;

c. aus den Größen $Q^{II} + Q^{III} + Q^{IV} + Q^V + Q^{VI}$. Dieſe bleiben wie vorher, alſo = 28,109 Kubikfuß Waſſer.

Zuſammen 111,907 Kubikfuß Waſſer.

Der Durchmeſſer des Zylinders von der Dampfmaſchine, welche die Soolbrunnen betreiben ſoll, iſt alſo $D = 2\sqrt{\left(\frac{111{,}907}{3{,}1415 \cdot 38}\right)}$ = 1,9363 Fuß, und der Queerſchnitt der Zylinderfläche = $A = \frac{\pi D^2}{4}$ = 2,945 □Fuß.

N°. 15. Aus der funfzehnten Tabelle wird man belehrt, daß der Bedarf, welchen mehrere Dampfmaſchinen in 24 Stunden an Brenn-Material gebrauchen, ziemlich genau beſtimmt wird, wenn man für eine wohl eingerichtete Dampfmaſchine die Conſumtion des Brenn-Materials kennt. Denn es verhalten ſich die mechaniſchen Momente PC : pv eben ſo, wie die für eine beſtimmte Zeit erforderliche Brenn-Materialien-Conſumtion K : k. Z. B. werden für diejenigen Dampfmaſchinen, deren mechaniſches Moment der Kraft = PC iſt, in 24 Stunden 14000 ℔ Steinkohlen verbraucht, um den Effect P hervorzubringen, ſo verhält ſich PC : pv = 14000 ℔ Steinkohlen : K ℔, alſo $K = \frac{14000 \cdot pv}{PC}$.

Wird dieſe Erfahrung auf unſere beiden Dampfmaſchinen angewandt, und nimmt man aus Tab. XV. die Dampfmaſchinen zu Fresne als Vorbild an, deren mechaniſches Moment 1139,943, und deren Kohlen-Verbrauch in 24 Stunden 14000 ℔ betrug,

betrug, so sind für die Dampfmaschine, welche die Gradirung zu Neusatzwerk betreiben soll, in 24 Stunden an Steinkohlen erforderlich

$$K = \frac{88{,}258 . 2 . 14000}{1139{,}943} = 2168 \text{ ℔} = 22 \text{ Scheffel Steinkohlen,}$$

und für die Dampfmaschine, welche die zwey Soolbrunnen betreiben soll, $K = \frac{111{,}907 . 2 . 14000}{1139{,}943} = 2747$ ℔ = 27,5 Berliner Scheffel Steinkohlen.

N°. 16. Man kann 336 Betriebs-Tage im Jahr annehmen, und man wird finden, daß die Dampfmaschine für den Betrieb der Gradirung jährlich wenigstens 7392 Scheffel Steinkohlen, und die für den Brunnen-Betrieb 9240 Berliner Scheffel Steinkohlen allerwenigstens bedarf. [Denn aus der XVten Tabelle überzeugt man sich, daß die mehrsten Dampfmaschinen, und besonders die Böhlhorster Dampfmaschine, mehr, im Verhältniß der mechanischen Momente, wie die zu Fresne bedürfen]

N°. 17. Eine Dampfmaschine von einem 20zolligen Zylinder kostet mit dem Hause [wie die im Jahr 1803 auf dem Böhlhorster Kohlen-Revier bey Minden erbauete Dampfmaschine beweiset] 12000 Rthlr. Eine Dampfmaschine von einem 23zolligen Zylinder 13000 Rthlr., macht für 25000 Rthlr. Anlage-Kapital jährlich Zinsen à 4 Procent 1000 Rthlr. Der Lohn für 4 Wärter und einen Maschinensteiger beträgt 623 Rthlr. Die jährliche Unterhaltung beider Dampfmaschinen beträgt doch wenigstens so viel als die zu Königsborn in der Grafschaft Mark (Tabelle XV. N°. 6.), deren Unterhaltung an Sohl-Leder, Schmiedearbeit, Talg, Schmier, Bleyweiß, Leinewand, Flanell, Theer, u. s. w. 1073 Rthlr. jährlich kostet. Der Kohlen-Verbrauch für beide Dampfmaschinen beträgt wenigstens jährlich 16632 Berliner Scheffel à 4 ggr. pro Scheffel auf dem Berg-Revier, und 2 ggr. Fahrlohn, macht à Scheffel 6 ggr. und überhaupt 4158 Rthlr. Oder die jährliche Ausgabe 6854 Rthlr.

N°. 18. Es fragt sich aber nun: wenn man die Brunnen und die Gradirung mit zwey Dampfmaschinen bewegen will, auf welche Art wird man der Domainen-Mahlmühle mit zwey Mahlgängen die bewegende Kraft verschaffen? Denn man ist nicht allein verpflichtet, der Mahlmühle die bewegende Kraft zu verschaffen, sondern es verliert auch überhaupt jedes Project an seinem Werth, wenn es auf der einen Seite der Staats-Kasse Vortheile vorspiegelt, welche sie offenbar

auf der anderen Seite mehrfach wieder einbüßt. Jenes wird nicht anders möglich seyn, als wenn man das jetzige alte Faschinen-Wehr bis zu einer 2füßigen Standhöhe abträgt, und eine Versteinung auf selbiges macht. Solches kostet 4793 Rthlr. 17 ßgr. 8 pf.

Die Vertiefung des Kunst-Kanals kostet 1530 Rthlr.; die jährlichen Zinsen dieses Anlage-Kapitals von 5323 Rthlr. 17 ßgr. 8 pf. machen 214 Rthlr. die Unterhaltung des Wehrs, der Einlaß-Arche, des Kunst-Kanals u. s. w. 200 Rthlr. Also die jährliche Unterhaltung überhaupt 414 Rthlr.

Es würde also, wenn man die hydraulischen Maschinen abschaft, und sich dagegen der Dampfmaschinen bedient, die Staats-Kasse eine jährliche Ausgabe von wenigstens 7268 Rthlr. haben. Dahingegen läßt sich (§. 39. N°. 3. oder §. 40. N°. 5.) beweisen, daß die bewegende Kraft des Wassers jährlich höchstens zu unterhalten kostet 2805 Rthlr. bis 3139 Rthlr., und daß also gegen die Anlage zweyer Dampfmaschinen 4463 Rthlr. jährlich erspart wird.

§. 42.

Zwar hat man jährlich im jetzigen Zustande der Neusalzwerker Saline nachstehende Ausgaben, als:

a.	für Reparatur des großen Faschinen-Wehrs (§. 31. N°. 7.)	— —	7150 Rthlr.
b.	für Betreibung des Bohrlochs N°. 1. mit der Hand		720 —
c.	für Unterhaltung des 3058 Fuß langen Brunnen-Gestänges	— —	764 —
		Summa	8634 Rthlr.

Aber es ist doch in der That für die Staats-Kasse vortheilhafter, jetzt gleich ein Kapital von 31810 Rthlr. (§. 39. N°. 3.) anzuwenden, um nur jährlich mit Verzinsung des Kapitals 2805 Rthlr. für Unterhaltung auszugeben, als offenbar jährlich wenigstens 4463 Rthlr. zu verschwenden, je nachdem man die bewegende Kraft für die Maschinerie durch Dämpfe, oder nach der jetzigen unvollkommenen Einrichtung durch Wasser, hervorbringen will.

Aber

Und ein so großes Anlage-Kapital von 31310 Rthlr. ist gar nicht nöthig; denn man weiß aus §. 38. (ganz zuletzt), daß sich das Wehr in 3 Jahren, also successive, besteinen läßt, und daß die ganze Besteinung und Unterhaltung des Wehrs während der drey Jahre keine größere Summe, als die bisherige jährliche Unterhaltung, nämlich 10000 Rthlr. erfordert. Folglich wird durch diese Einrichtung das Project, das Faschinen-Wehr zu besteinen, sehr simplificirt, und hat unstreitig den Vorzug für alle gedenkbare Projecte, reelle Verbesserungen bey der Saline Neusalzwerk vorzunehmen, weshalb ich solches ganz vorzüglich empfehle.

Drittes Capitel.

Von den hydraulischen Anlagen, die bereits zur Verbesserung der Saline Neusalzwerk nach meinen Vorschlägen eingerichtet sind, und noch vorgerichtet werden können.

§. 43.

Vorstehende Abhandlung von §. 1 bis §. 42., welche ich schon im May-Monat 1803 an das Ober-Berg- und Hütten-Departement zu Berlin überreicht hatte, gab Veranlassung dazu, daß

1. Sr. Excellenz, der Herr Staatsminister Graf von Rheden im Jahr 1806 das Bohrloch d Fig. 30. absenken ließ, da das 84 Ruthen davon abgelegene Bohrloch o Fig. 30, wie schon §. 4. N°. 5. erwähnt ist, wegen mehrerer Unfälle nicht zur gehörigen Tiefe gebracht werden konnte. Wie reichhaltig dieses Bohrloch an Soole ist, und mit welchem großen Vortheil dasselbe betrieben werden kann, solches ist §. 4. N°. 5. und §. 33. vollständig aus einander gesetzt.

2. In demselben Jahre wurden auch Probe-Versteinungen auf das Faschinen-Wehr nach §. 38. N°. 2. gelegt, die sehr erwünscht ausfielen, und mit Recht erwarten ließen, daß man auf diese Art ein sehr stabiles und wohlfeil zu unterhaltendes Wehr construiren würde.

3. Im Jahr 1807 nahm sich der damalige Kammerpräsident, der jetzige Herr Staats-Rath Freyherr von Hövel der Wehr-Besteinung sehr ernstlich an, und brachte es endlich durch seinen Vortrag beym Ober-Berg- und Hütten-Departe-

ment zu Berlin [nachdem dieser Gegenstand 4 Jahre in der Schreiberey gewesen war] dahin, daß die horizontale Steinbuschdecke NORQPMLK Fig. 41. construirt wurde. Selbige hat 5980 Rthlr. gekostet.

4. Im Jahr 1808 sind mit Genehmigung des Präfecten des Weser-Departements, jetzigen Herrn Staats-Raths von Pestel, die Seiten-Dossirungen HGBUNIFAH und EDWFSROVCF, und das Sinkstück MπPnσχ Fig. 41. angefertiget und bestimmt. Der Kosten-Aufwand betrug 6500 Rthlr.

5. Im Jahr 1809 würde also noch das Stück GBUNOVCF Fig 41. zu besteinen seyn, wovon sich die Kosten auf 8100 Rthlr. belaufen werden.

6. Die Vortheile, welche diese Bauart gegen die von Faschinen hat, sind schon im Jahr 1808 überzeugend dargethan, indem selbige nur 1400 Rthlr. betragen hat, und im Jahr 1809 nicht über 500 Rthlr. betragen wird, wie aus dem Vortrag im §. 45. deutlich erhellet.

7. Es wird also auch die Bedingung erfüllet, daß der Neubau des Wehrs in den 3 Jahren 1807, 1808 und 1809 sammt der Unterhaltung nicht mehr, sondern sogar weniger, als die sonstigen Reparaturen allein, kostet.

§. 44.

Die Erfahrung hat es übrigens vollkommen bestätiget, daß die plötzlichsten hohen und höchsten Fluthen [wovon diejenige am 7ten Februar 1808, welche §. 38. N°. 4. beschrieben worden, eine der merkwürdigsten seit 40 Jahren ist] dem besteinten Wehr keinen Schaden zufügen können. Und da es in einem Jahrzehend mehrere Jahre giebt, wo gar keine Eisgänge in der Werre statt finden, z. B. im Jahr 1805, 1806, 1807, so werden die jährlichen Unterhaltungskosten des Wehrs unter solchen Umständen noch geringer als 500 Rthlr. seyn.

Uebrigens kann man aus dieser Erfahrung die sichere Regel ziehen, daß Steine von 100 bis 500 ℔ schwer, zwischen Zäune auf einer beynahe horizontalen Fläche pflasterartig gesetzt, einer Geschwindigkeit des Wassers von 16,24 Fuß in der Secunde widerstehen können, ohne fortgeschwemmt zu werden.

§. 45.

§. 45.

Auch die Eisgänge der Werre, so fürchterlich selbige sind, können dem Wehr keinen bedeutenden Schaden zufügen, wenn nur alljährlich und zur rechten Zeit kleine Schäden mit Sorgfalt wieder hergestellt werden.

Der Beweis läßt sich auf folgende Art führen:

1. Ehe ein Eisgang in der Werre oberhalb des Wehrs entstehen kann, muß das Wasser erst 4 bis 5 Fuß auf der Krone oder den Scheitel des Wehrs stehen. Mit geringerem Wasser kann nie ein Aufbruch des Eises erfolgen. Das Eis unterhalb des Wehrs stauet nun das Wasser auf die horizontale Steinbusch-Decke NORQPMLK Fig. 41. so zurück, daß wenigstens 5 Fuß Wasser auf derselben stehen. Aus diesem Grunde leidet sie durchaus vom Eisgang keinen irgend bedeutenden Schaden, wie auch die Erfahrung gelehrt hat.

2. Eben weil das Wasser schon 4 bis 5 Fuß hoch auf dem Scheitel des Wehrs stehen muß, ehe ein Eisgang erfolgt, kann auch die Ein- und Abschuß-Decke und der Scheitel des Wehrs GBUNOVCF Fig. 41. keine große Beschädigung erleiden, wie die Erfahrung auch stets am faschinirten Wehr bey allen Eisgängen bewiesen hat.

3. Die Flächen AHGBA und DEFCD Fig 41. haben bey Eisgängen keine Gefahr, weil sich das Wasser vor selbige stauet, und tief genug ist, daß die Eisschollen darüber wegfließen können. Dies habe ich bey dem am 27sten und 28sten Januar 1809 gewesenen Eisgange sehr genau beobachtet.

4. Das Wehr leidet auf den Flächen (UcU) und (VbdeO) Fig. 41. am mehrsten; einmal, weil das Wasser an den Seiten-Dossirungen kaum einige Fuß hoch stehet, folglich die großen Eisschollen nicht auf dem Wasser schwimmen, sondern über die Versteinung gleiten; zweytens, weil die Zusammenziehung des Wasserstandes (§. 38. N°. 4. lit. c) in der Richtung $\alpha\beta\gamma$ und $\delta\eta\gamma$ Fig. 41, also auch die Geschwindigkeit des Wassers, am größten ist. Die Eisschollen stoßen daher mit großer Kraft auf die Steine und verursachen Einbrüche.

Diese beiden Flächen müssen also mit ganz besonderem Fleiß gesichert und unterhalten werden. Auch giebt die Erfahrung ganz andere Resultate, als ich nach §. 39. gedacht hatte.

5. Der Eisgang am 27sten und 28sten Januar 1809 geschahe sehr plötzlich. Nämlich am 26sten Januar Nachmittages 1 Uhr fiel Thauwetter mit Regen ein, und

am

am 27sten des Morgens um 4 Uhr brach das Eis mit einer Wasserhöhe von 5,5 Fuß auf dem Scheitel des Wehrs auf, und stand in seiner größten Höhe 11,666 Fuß auf dem Fachbaum der Einlaß-Arche, oder 7,166 Fuß auf dem Scheitel des Wehrs. Die Differenz des Ober- zum Unter-Wasser betrug 2,75 Fuß. Nur in der Fläche (V b d e O) Fig. 41. hat das Wehr bey diesem heftigen Eisgang eine kleine Beschädigung erlitten, deren ganze Wiederherstellung 37 Rthlr. beträgt.

Es ist also auch nun durch die Erfahrung constatirt, daß die Unterhaltung des Wehrs bey Eisgängen nicht über 500 Rthlr. betragen wird, wenn man mit Umsicht und Sorgfalt kleine Mängel gehörig wieder ersetzt.

6. So gewiß es ist, daß man jährlich gegen die Unterhaltung eines Faschinen-Wehrs wenigstens 7000 Rthlr. erspart, so überzeugend hoffe ich es dargethan zu haben, daß die Bestreuung des Wehrs und die Auffindung der reichen Soole im Bohrloch No. 2. Fig. 30. litt. d. zwey der wichtigsten Meliorationen der Saline Neusalzwerk sind, und daß ich dem Staat durch diese Vorschläge einen wesentlichen Dienst geleistet habe.

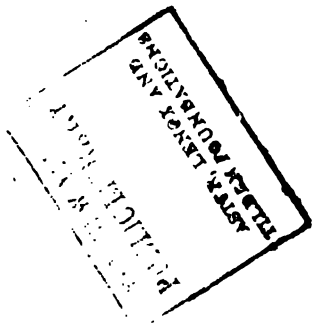
§. 46.

Wird außerdem das Bohrloch litt. d. Fig. 30. durch Wasser in Betrieb gesetzt, ein Soolbrunnen daselbst abgeteuft, und die Gradirung zweckmäßiger vorgerichtet, so kann man nicht allein füglich 1640 Lasten Salz bey der jetzigen Anzahl von Pfannen jährlich sieden, sondern auch mehrere tausend Thaler jährlich an Steinkohlen, Eisenblech zu Pfannen, für Reparaturen des Gestänges, den Werre-Ufer, der Röhren-Brücke u. s. w. ersparen, wie dies alles schon §. 33 bis 37 umständlicher berührt ist.

Erste

Welche nachweiset, wie groß der Widerstand ist, welchen das

No. der Versuche.	Durchmesser des Kupfers in Fußen = D	Umfang des Kupfers = πD	Umfang auf $\frac{3}{11}$ des Halbmessers $= 2\pi\frac{3}{11}r$	Umfang auf $\frac{5}{12}$ des Halbmessers $= 2\pi\frac{5}{12}r$	Flächen-Inhalt für α $= \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$	Flächen-Inhalt für β $= \frac{\pi}{4}(1 - \frac{4}{5})D^2$	Höhe des Kupfers = h	Kubischer Inhalt $= \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)h$.
		α	β	γ				
1	3,5	10,501	7,33	4,582	9,062	5,346	2	18,15
2	3,666	11,517	7,678	4,798	10,010	5,864	2	20,02
3	3,833	12,042	8,028	5,017	11,000	6,412	2	21,99
4	4	12,570	8,377	5,236	12,017	6,984	1,833	22,03
5	4,166	13,09	8,724	5,454	13,084	7,491	1,833	23,98
6	4,5	14,138	9,424	5,890	15,359	8,835	1,666	25,59
7	4,666	14,662	9,770	6,107	16,524	9,505	1,500	24,78
8	5	15,71	10,48	6,548	18,975	10,910	1,500	28,46
9	5,25	16,494	11	6,872	21,648	11,920	1,25	26,82
10	6	18,85	12,57	7,854	27,615	15,710	1,25	34,51
11	6,25	20,42	13,61	8,508	32,523	18,437	1	32,52



den führt.

O	P	Q	R	S
Coefficient in Zollen.	Wassermenge:	Vollkommner Halbmesser.	Unvollkommner Halbmesser.	Verhältniß-Zahl $\frac{R}{r} = \frac{1}{z}$
s	M	R	r	z
4,3	105	2,513	2,102	1,195
4,3	59	2,513	2,102	1,195
4,8	151	2,755	2,39	1,152
6,2	131	3,212	2,98	1,077
9,4	212	3,381	3,027	1,117
7,7	164	3,336	3,177	1,050
6,22	234	3,469	3,231	1,073
7,76	211	3,626	3,495	1,037
2,5	278	3,726	3,624	1,029

Theil gezogen; beym Verſuch
groß ſind. Beym 2ten Verſuch

ten iſt, daß der Kunſt-Kanal
überzeugt, daß die Waſſermenge
16ten Auguſt 1801 auf dem Fach-
Ueber das große und kleine
bar die allerkleinſte be-
rei.]

No

No. 4. Beym
Fr
den
gun

No. 5. Beym
und

No. 6. Wenn
mel
gege

Achte

Siebente

lonen aller Pumpen der Neusalzwerker Saline, so wie die Kraft, welche zum

Länge des Wasserfasses und Stiefels.	Länge der Saugröhre vom untersten Wasserspiegel bis zum tiefsten Kolbenstande.	Der Durchmesser des Stiefels.	Der Durchmesser der Saugröhre.	Flächen-Inhalt des Querschnitts am Stiefel-Ventil in Quadratfüßen.	Querschnitt des Stiefels in Quadratfüßen.	Querschnitt der Saugröhren in Quadratfüßen.	Der Querschnitt des Stiefels, dividirt durch den Querschnitt der Saugröhre,	und alsdann zur zweyten Potenz erhoben.	Der Querschnitt des Stiefels, dividirt durch den Querschnitt des Stiefel-Ventils,	und alsdann zur zweyten Potenz erhoben.
L	L¹	D	D¹	Q	A	A¹	$\frac{A}{A^1}$	$\left(\frac{A}{A^1}\right)^2$	$\frac{A}{a}$	$\left(\frac{A}{a}\right)^2$
10	19	0,417	0,25	0,0302	0,1365	0,04908	2,782	7,740	4,522	20,451
10	19	0,417	0,25	0,0302	0,1365	0,04908	2,782	7,740	4,522	20,451
10	19	0,417	0,25	0,0302	0,1365	0,04908	2,782	7,740	4,522	20,411
10	19	0,584	0,25	0,0302	0,2677	0,04908	5,456	29,778	8,869	78,672
10	19	0,417	0,25	0,0302	0,1365	0,04908	2,782	7,740	4,522	20,451
10	19	0,417	0,25	0,0302	0,1365	0,04908	2,782	7,740	4,522	20,451
10	19	0,417	0,25	0,0302	0,1365	0,04908	2,782	7,740	4,522	20,451
10	19	0,584	0,25	0,0302	0,2677	0,04908	5,456	29,778	8,869	78,672
10	19	0,417	0,25	0,0302	0,1365	0,04908	2,782	7,740	4,522	20,451
10	19	0,417	0,25	0,0302	0,1365	0,04908	2,782	7,740	4,522	20,451
10	19	0,417	0,25	0,0302	0,1365	0,04908	2,782	7,740	4,522	20,451
10	19	0,584	0,334	0,0302	0,2677	0,08761	3,057	9,346	8,869	78,672
10	19	0,584	0,334	0,0302	0,2677	0,08761	3,057	9,346	8,869	78,672
10	19	0,417	0,25	0,0302	0,1365	0,04908	2,782	7,740	4,522	20,451
11	21	0,584	0,25	0,0302	0,2677	0,04908	5,456	29,778	8,869	78,672
11	21	0,584	0,25	0,0302	0,2677	0,04908	5,456	29,778	8,869	78,672
11	21	0,417	0,25	0,0302	0,1365	0,04908	2,782	7,740	4,522	20,451
8	9	0,584	0,25	0,0302	0,2677	0,04908	5,456	29,778	8,869	78,672
8	9	0,417	0,25	0,0302	0,1365	0,04908	2,782	7,740	4,522	20,451
8	9	0,417	0,25	0,0302	0,1365	0,04908	2,782	7,740	4,522	20,451
8	9	0,417	0,25	0,0302	0,1365	0,04908	2,782	7,740	4,552	20,451
8	9	0,584	0,25	0,0302	0,2677	0,04908	5,456	29,778	8,869	78,672
8	9	0,584	0,25	0,0302	0,2677	0,04908	5,456	29,778	8,869	78,672
8	9	0,584	0,25	0,0302	0,2677	0,04908	5,456	29,778	8,869	78,672
8	9	0,584	0,25	0,0302	0,2677	0,04908	5,456	29,778	8,869	78,672
8	9	0,584	0,25	0,0302	0,2677	0,04908	5,456	29,778	8,869	78,672
10	14	0,584	0,334	0,0302	0,2677	0,08761	3,057	9,346	8,869	78,672

Tabelle.

Aufziehen und Niederdrücken der

ie Länge des Stiefels, divi- rt durch den Durchmesser des- selben.	ie Länge der Saugröhren, di- vidirt durch den Durchmesser derselben.	ie Höhe der Wassersäule, wel- : der Federkraft der freyen uft das Gleichgewicht hält.	n Werth, welcher auf den Röh- widerstand, auf Verengung r Pumpenröhren und Ventil- öffnung Rücksicht nimmt. §. 20. No 2.	e Zeit in Secunden ausge- ns erforderliche Kraft in Ku- bikfuß Wasser ausgedrückt.	ie Kraft zum Aufziehen des olbens, multiplicirt mit dem olbenhub: oder das mechani- sche Moment.	ie Kraft zum Niederdrücken s Kolbens, multiplicirt mit m Kolbenhub: oder das mecha- nische Moment.

Eilfte

Waſſers auf unterſchlächtige Räder, die im unbegränzten Strom hängen; Gerinneboden abfließt,

9	10	11	12	13	14	15	16	17
Anzahl der Umdrehungen, welche das Waſſerrad in der Zeit t macht.	Die Geſchwindigkeit des Waſſerrades im Stoßpunkt in einer Secunde.	Die Geſchwindigkeit des anſchlagenden Waſſers in einer Secunde.	Relative Geſchwindigkeit.	Die Länge der Schaufeln	Eintauchung der Schaufeln im Waſſer.	Flächen-Inhalt der eingetauchten Schaufel.	Durchmeſſer der Welle ſammt der Schnur, woran die ſteigende Laſt befeſtiget iſt.	Verhältniß des Durchmeſſers des Waſſerrades zur Welle ſammt der Schnur, woran das ſteigende Gewicht befeſtiget war.
n	v	C	C—v	β	h	βh	2r	$\frac{2R}{2r} = a$

uets Hydrodinamik, überſetzt von Herrn Hofrath Langsdorff, §. 1005.

27,4	45,909	68,5	22,591	5	4	20	2,66	12
27,143	45,485	68,5	23,015	5	4	20	2,66	12
15,583	39,165	68,5	29,335	5	4	20	2,66	12
13,312	33,457	68,5	35,043	5	4	20	2,66	12
17,458	43,877	63,5	24,623	5	4	20	2,66	12
16,520	41,520	68,5	26,980	5	4	20	2,66	12
15,583	39,165	68,5	29,335	5	4	20	2,66	12
14,645	36,807	68,5	31,693	5	4	20	2,66	12
13,708	34,452	68,5	34,048	5	4	20	2,66	12
12,77	32,095	68,5	36,405	5	4	20	2,66	12
12,583	31,63	68,5	36,870	5	4	20	2,66	12
12,40	31,165	68,5	37,335	5	4	20	2,66	12
12,208	30,682	68,5	37,818	5	4	20	2,66	12
12,020	30,210	68,5	38,29	5	4	20	2,66	12
11,833	29,732	68,5	38,768	5	4	20	2,66	12
11,625	29,217	68,5	39,283	5	4	20	2,66	12
11,400	28,652	68,5	39,848	5	4	20	2,66	12
11,145	28	68,5	40,5	5	4	20	2,66	12
10,854	27,278	68,5	41,212	5	4	20	2,66	12
10,5	26,39	68,5	42,11	5	4	20	2,66	12
10,108	25,409	68,5	43,091	5	4	20	2,66	12
17,104	28,50	68,5	20,01	5	3	15	2,66	12,278

	Zweyter —	3	2,916	4,83	0,791	16,734	41	21	18	18	—
6	Dritter —	3	2,916	4,83	0,700	10,83	36,6	37	18	20	—
7	Zweyter —	3	4,666	2,916	0,833	13,94	33,8	—	13	24	6
8	Zweyter —	3	3,75	2,916	0,833	12,342	29,9	—	17	—	5
9	Zweyter —	3	3,583	2,916	0,833	12,03	29,2	—	17	20	—

Anmerkung. Alle Dimensionen sind im rheinländischen Funfzehnte

g zur sechszehnten Tabelle.

inen Wasserbaukunst 1ster Band Tabelle XXVII. Versuch N°. 77 bis enthalten die daselbst angeführten Bossuetschen Versuche (hier in der et) mehrere Unrichtigkeiten, wozu ich durch Herrn du Buats Grund- , aus welchen ich sie entlehnt habe, da ich Herrn Bossuets Hydro- rden bin. Ich liefere daher hier in der XVIten Tabelle eine Uebersicht Versuche in kleinen Gerinnen, und bemerke:

egen Bestimmung des zusammengezogenen Queerschnitts für die Ver- Dies ist unrichtig: dieser Werth gilt nur für Versuch N°. 57 und 58, Natürlich wurde die Wassermenge, die mittlere Geschwindigkeit in der örmig seyn sollende mittlere Geschwindigkeit, zu groß gefunden.

der Abhangs-Quotient $\frac{\lambda}{\varphi}$ würklich kleiner ist, als er in Rechnung ge- Wasserspiegels nicht gleiche Neigung mit dem Boden des Gerinnes r Schützöffnung cd stürzende Wasser bis cf in einer Höhe, die mit cd = fe. Von f bis g sprudelt das Wasser in die Höhe, so daß rsteigen wird das Wasser von g bis i beschleuniget, und will nun an- förmig im Gerinne abzufließen. Allein da das Wasser am Ende pn ch der Wasserstrahl dergestalt bey pn, daß die Wasserhöhe nicht pn, öher oder geringer, je nachdem die Geschwindigkeit des Wassers grö- wird also die Neigung der Oberfläche io vergrößert, und dieser Ein- länger das Gerinne ist.

ren aber nur 1260, 7200 und 3600 Zoll lang, folglich muste dieser erkung hat schon Herr du Buat gemacht, und deshalb bey ähnli- , worin der Wasserspiegel os so hoch gehalten wurde, daß die Was-

Geschwindigkeit des Wassers in der Oberfläche mit leichten schwimmen- Das Wasser wird an den Wänden des Gerinnes verzögert, in der

Wasserriete im Kanal, und zwar in dem Querschnitt, welcher vom Schützwerk auf die Länge entfernt ist.

Theorie

von Bewegung des Waſſers in Flußbetten.

Entlehnt aus meiner Schrift: Beyträge zur allgemeinen Waſſerbaukunſt, oder ausführliche Beſchreibung der großen und zahlreichen hydrometriſchen Verſuche, welche in der Weſer und Werre, hauptſächlich im Bezirk des Fürſtenthums Minden, zur Bereicherung und Berichtigung der hydrotechniſchen Wiſſenſchaften angeſtellt ſind, nebſt einer Kritik der bisher in der Strom-Baukunſt gangbarſten Theorieen und Grundſätze.

N°. 1.

Es ſey $2g$ = die Geſchwindigkeit des freyfallenden Körpers am Ende der erſten Secunde, L = die Länge, F = das Total-Gefälle, und Q = der Queerſchnitt eines Fluſſes [oder die Waſſermaſſe für eine Länge, welche der Einheit des Maaßes, hier einem rheinländiſchen Zoll, gleich ſeyn muß], ſo iſt die beſchleunigende Kraft des Waſſers in einem Fluſſe $= 2gQ\frac{F}{L}$.

N°. 2.

Die Hinderniſſe der Bewegung müſſen die Beſchleunigung gerade aufheben, wenn ein Fluß eine gleichförmige Geſchwindigkeit annehmen ſoll.

N°. 3.

Betrachtet man daher das Waſſer in einem Queerſchnitt eines Fluſſes, ſo wird daſſelbe in jedem Augenblick von ſeiner Bewegung, welche die Schwerkraft ihm mitzutheilen ſucht, aufgehalten. Dieſe Verzögerung hat vielleicht vielfache Urſachen; jedoch ſind beſonders zwey Bewegungshinderniſſe die bedeutendſten.

g zur sechszehnten Tabelle.

inen Wasserbaukunst 1ster Band Tabelle XXVII. Versuch N°. 77 bis enthalten die daselbst angeführten Bossuetschen Versuche (hier in der et) mehrere Unrichtigkeiten, wozu ich durch Herrn du Buats Grund- , aus welchen ich sie entlehnt habe, da ich Herrn Bossuets Hydro- rden bin. Ich liefere daher hier in der XVIten Tabelle eine Uebersicht Versuche in kleinen Gerinnen, und bemerke:

gen Bestimmung des zusammengezogenen Queerschnitts für die Ver- Dies ist unrichtig: dieser Werth gilt nur für Versuch N°. 57 und 58, Natürlich wurde die Wassermenge, die mittlere Geschwindigkeit in der örmig seyn sollende mittlere Geschwindigkeit, zu groß gefunden.

der Abhangs-Quotient $\frac{\lambda}{\varphi}$ würklich kleiner ist, als er in Rechnung ge- Wasserspiegels nicht gleiche Neigung mit dem Boden des Gerinnes r Schützöffnung cd stürzende Wasser bis cf in einer Höhe, die mit cd = fe. Von f bis g sprudelt das Wasser in die Höhe, so daß rsteigen wird das Wasser von g bis i beschleuniget, und will nun an- förmig im Gerinne abzufließen. Allein da das Wasser am Ende pn ich der Wasserstrahl dergestalt bey pn, daß die Wasserhöhe nicht pn, größer oder geringer, je nachdem die Geschwindigkeit des Wassers grö- wird also die Neigung der Oberfläche io vergrößert, und dieser Ein- länger das Gerinne ist.

ten aber nur 1260, 7200 und 3600 Zoll lang, folglich muste dieser erkung hat schon Herr du Buat gemacht, und deshalb bey ähnli- , worin der Wasserspiegel os so hoch gehalten wurde, daß die Was-

9 Geschwindigkeit des Wassers in der Oberfläche mit leichten schwimmen- *Das Wasser* wird an den Wänden des Gerinnes verzögert, in der

Theorie

von Bewegung des Waſſers in Flußbetten.

Entlehnt aus meiner Schrift: Beyträge zur allgemeinen Waſſerbaukunſt, oder ausführliche Beſchreibung der groſſen und zahlreichen hydrometriſchen Verſuche, welche in der Weſer und Werre, hauptſächlich im Bezirk des Fürſtenthums Minden, zur Bereicherung und Berichtigung der hydrotechniſchen Wiſſenſchaften angeſtellt ſind, nebſt einer Kritik der bisher in der Strom-Baukunſt gangbarſten Theorieen und Grundſätze.

N°. 1.

Es ſey $2g$ = die Geſchwindigkeit des freyfallenden Körpers am Ende der erſten Secunde, L = die Länge, F = das Total-Gefälle, und Q = der Queerſchnitt eines Fluſſes [oder die Waſſermaſſe für eine Länge, welche der Einheit des Maaßes, hier einem rheinländiſchen Zoll, gleich ſeyn muß], ſo iſt die beſchleunigende Kraft des Waſſers in einem Fluſſe $= 2gQ\frac{F}{L}$.

N°. 2.

Die Hinderniſſe der Bewegung müſſen die Beſchleunigung gerade aufheben, wenn ein Fluß eine gleichförmige Geſchwindigkeit annehmen ſoll.

N°. 3.

Betrachtet man daher das Waſſer in einem Queerſchnitt eines Fluſſes, ſo wird daſſelbe in jedem Augenblick von ſeiner Bewegung, welche die Schwerkraft ihm mitzutheilen ſucht, aufgehalten. Dieſe Verzögerung hat vielleicht vielfache Urſachen; jedoch ſind beſonders zwey Bewegungshinderniſſe die bedeutendſten.

Das erſte iſt: daß alle Waſſertheilchen, die im Umfang acdb Fig. 47. des Queerſchnitts an der Schicht der Flüſſigkeit ankleben, welche die Seiten und den Boden des Flußbettes überziehet, mit einer gewiſſen Kraft zurückgehalten werden.

Das zweyte iſt: daß die in Bewegung geſetzte Waſſer-Maſſe des Fluſſes mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit an die Unebenheiten der die Wände überziehenden Schicht, und an die Unebenheiten im Grundbette ſelbſt, anſtößt; und daß dieſer Stoß bey jedem Theilchen deſto heftiger iſt, je größer die Bewegung, das heißt, je größer die Geſchwindigkeit war. [Denn es iſt eine alltägliche Erfahrung, daß in jedem Stromſchlauch, worin das Waſſer mit irgend einer bedeutenden Geſchwindigkeit fließt, Erhöhungen und Vertiefungen angetroffen werden, die wie Wehre Rückſtau verurſachen, und die Geſchwindigkeit des Waſſers verzögern oder vertragen.]

Außer dieſen Bewegungshinderniſſen mag es deren noch ſehr viele geben, die uns bis jetzt noch unbekannt ſind.

N°. 4.

Dieſe vielfachen Bewegungshinderniſſe, welche zuſammen den ganzen Widerſtand ausmachen, ſind in einem und demſelben Queerſchnitt nicht beſtändig, ſondern vorzüglich bey den niedrigen und niedrigſten Waſſerſtänden eines Fluſſes ſehr veränderlich.

§. Hat der Queerſchnitt des Fluſſes ſolche Abmeſſungen, daß Fig. 47. $dc = 2ac = 2db$, oder das Verhältniß wie 2 : 1 iſt, und wenn man $ac = e$ ſetzt, der Flächen-Inhalt des Queerſchnitts durch $Q = 2e^2$, der Umfang durch $acdb = P = 4e$, und der mittlere vollkommnere Halbmeſſer durch $\frac{Q}{P} = \frac{2e^2}{4e} = \frac{e}{2} = R$ bezeichnet wird, deſſen Waſſer-Maſſe nach unveränderter Richtung fließt, und deſſen Queerſchnitte möglichſt gleich ſind [denn ganz gleich können ſie wegen der ſehr verſchiedenen Unebenheiten im Flußbette, wegen der Alluvionen und anderer Impedimente nicht ſeyn, man müßte dann ſteinerne Gerinne, oder Gerinne von gehobelten Brettern u. ſ. w. haben], ſo iſt es wahrſcheinlich, daß die Kraft, welche erforderlich iſt, um die Waſſertheilchen, welche an dem Umfang acdb ankleben, zurückzuhalten, für gering zu achten iſt, und daß nur bey einem vollkommenen Queerſchnitt Fig. 47. beſonders diejenige Kraft in Anregung kommt, womit jede Unebenheit der Bewegung widerſtehet. Oder: alle Bewegungshinderniſſe zuſammengenommen, woraus ſie auch beſtehen mögen, erfordern bey einem Stromſchlauch, deſſen Queerſchnitte wie Fig. 47. geſtaltet ſind, die geringſte Kraft des Widerſtandes.

Dieſe

Diese Annahme wird durch hydrometrische Versuche dadurch begründet:

Erstens, daß die Abnahme der Geschwindigkeit des Wassers von der Oberfläche bis am Boden nicht sehr bedeutend und höchstens $\frac{1}{3}$ ist.

Zweytens, daß die Geschwindigkeiten mehrerer Perpendikulairen, selbst am Ufer ac und cd, in einem senkrechten Queerschnitt nicht sehr verschieden sind, und kaum um die Hälfte von der grösten Geschwindigkeit im Queerschnitt abweichen.

Bedeutet daher $W =$ die Kraft, womit den Bewegungshindernissen widerstanden wird, oder eigentlich eine Größe, die durch Erfahrung für einen vollkommenen Queerschnitt bestimmt werden muß, $C =$ die mittlere Geschwindigkeit des Wassers im Fluß, $P =$ den Umfang des Queerschnitts, so ist der ganze Widerstand der Bewegung $= WPC^2$.

Hiermit stimmen alle hydrometrische Versuche, die in vollkommenen Queerschnitten angestellt sind, durchaus überein; folglich ist $2gQ\frac{F}{L} = WPC^2$. Und für diesen vollkommenen Queerschnitt findet man auch nach allen hydrometrischen Versuchen, wenn alle Größen in rheinländischem Zoll-Maaß ausgedrückt sind, einen Mittelwerth für $W = 0{,}00378 = \frac{1}{264{,}41}$. Folglich ist $\left(\frac{2g}{W}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\frac{QF}{PL}\right)^{\frac{1}{2}} = C$; und da $2g = 375$, so ist $\left(\frac{2g}{W}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{375}{0{,}00378}\right)^{\frac{1}{2}} = (375 . 264{,}41)^{\frac{1}{2}} = 314{,}88$, also $C = 314{,}88 \left(\frac{QF}{PL}\right)^{\frac{1}{2}} = 314{,}88 \left(\frac{eF}{2L}\right)^{\frac{1}{2}}$.

b. Sinkt in einem und demselben Queerschnitt der Wasserspiegel bis auf den möglichst niedrigsten, wie z. B. bey Fig. 48. herab, so, daß die Wassertiefe ef $= \frac{1}{50} . \frac{1}{100}$. oder gar $\frac{1}{200}$ der Breite des unvollkommenen Queerschnitts in der Oberfläche eh ist, so ist der Widerstand der Bewegung viel größer wie vorher; folglich ist die Kraft, womit die Wassertheilchen, welche an dem Umfang efgh Fig. 48. ankleben, zurückgehalten werden, imgleichen die Kraft, womit jede Unebenheit der Bewegung widerstehet, bedeutend größer.

Die Geschwindigkeit des Wassers wird durch die im Grundbette befindlichen Anhöhen und Vertiefungen [die bey einem unvollkommenen Queerschnitt oder niedrigen Wasserstand begreiflich eine weitbedeutendere Einwürkung, als bey einem vollkommenen Queerschnitt oder hohen Wasserstand haben] verträgt, und auf der Oberfläche des Wassers bilden sich bemerkbare wellenförmige Erhebungen, die vom Stoß des Wassers an die Unebenheiten des Grundbettes erzeugt werden. Auch dies wird durch hydrometrische Versuche hinlänglich begründet; denn

erstens geschieht die Abnahme der Geschwindigkeit des Wassers in einer Perpendikulaire des unvollkommenen Queerschnitts von der Oberfläche gegen den Boden viel schneller. Die Abnahme kann $\frac{1}{3}$, ja sie kann $\frac{1}{2}$ seyn.

Zweytens können die Geschwindigkeiten mehrerer Perpendikulaiten in einem und demselben unvollkommenen Queerschnitt um das fünffache verschieden gefunden werden.

Bedeutet daher $W =$ die Kraft, womit den Bewegungshindernissen widerstanden wird, oder eine Größe, welche durch Erfahrung für unvollkommene Queerschnitte der vorangeführten Art bestimmt wird, so ist, wie vorher, der ganze Widerstand $= wpv^2$, und also $2gq\frac{\varphi}{\lambda} = wpv^2$ [wenn $q =$ den Flächen-Inhalt des Queerschnitts der unvollkommenern Art, $p =$ den Umfang desselben, $\lambda =$ die Länge, $\varphi =$ das Total-Gefälle, und $v =$ die mittlere Geschwindigkeit des Flusses in diesem Zustande bezeichnet].

Anmerkung. Es ist möglich, wie wir auch aus einer anderen Theorie von Bewegung des Wassers in Flußbetten sehen werden, daß der gesammte Widerstand der Bewegung in einem gewissen Fall, nämlich wenn sich der Queerschnitt dem vollkommenen nähert, durch $wp(v+v^2)$ ausgedrückt werden kann. Demohngeachtet wird man aber nach Vergleichung der hydrometrischen Versuche finden, daß es sehr oft Zustände in einem und demselben Queerschnitt giebt und geben kann, wo der gesammte Widerstand sehr veränderlich und auch viel größer als $wp(v+v^2)$ ist; weshalb diese gerühmte Theorie nicht in allen Fällen mit der Erfahrung übereinstimmt, also nicht ganz allgemein ist.

Nach hydrometrischen Versuchen, die in einem Fluß angestellt sind, dessen Wassermenge nach unveränderter Richtung fließt, wo alle Queerschnitte einander möglichst gleich sind, und dessen Wasserstand so niedrig ist, daß die Wassertiefe $\frac{1}{50} \cdot \frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{200}$ der Breite des unvollkommenen Queerschnitts in der Oberfläche ist, kann (wenn alle Größen in rheinländischem Zoll-Maaß ausgedrückt sind)

$W =$

$w = 0{,}01887 = \frac{1}{52{,}99}$ betragen [man ſehe meine Beyträge zur allgem. Waſſerbauk. 1ſter Band XIte Tab. Verſuch N°. VI. IX. XXIX. 2. 3. XIIIte Tab. Verſuch N°. 1. XVIIIte Tab. Verſuch N°. 17. XXIIte Tab. Verſuch N°. 11. XXVIIte Tab Verſuch N°. 46. 66. 118. 151.]. Folglich iſt $\left(\frac{2g}{w}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{375}{0{,}01887}\right)^{\frac{1}{2}}$

$= (375 \cdot 52{,}99)^{\frac{1}{2}} = 141$ und $v = 141 \left(\frac{q}{p}\frac{\varphi}{\lambda}\right)^{\frac{1}{2}}$.

c. Endlich giebt es in Flüſſen und Strömen (nicht in Kanälen), die trübe Materie führen und mit großer Geſchwindigkeit fließen, beym allerniedrigſten Waſſerſtand einen Zuſtand, wo das Waſſer nicht allein durch vorgenannte Bewegungshinderniſſe aufgehalten, ſondern auch beſonders durch die Erhebungen und Erniedrigungen im Stromſchlauch, die wie Wehre würken, zurückgeſtauet und dergeſtalt verträgt wird, daß die Kraft, womit den Bewegungshinderniſſen widerſtanden wird, oder die Größe, welche durch Erfahrung für unvollkommene Queerſchnitte dieſer Art und unter ſolchen Umſtänden beſtimmt werden muß, $= w'$ $= 0{,}03274$ [Siehe meine Beyträge zur allgemeinen Waſſerbaukunſt 1ſter Band XIte Tabelle Verſuch N°. XIII. XXVI. XXXI.] folglich $\left(\frac{2g}{w'}\right)^{\frac{1}{2}}$

$= \left(\frac{375}{0{,}03274}\right)^{\frac{1}{2}} = (375 \cdot 30{,}543)^{\frac{1}{2}} = 107$, alſo $v = 107 \left(\frac{q}{p}\frac{\varphi}{\lambda}\right)^{\frac{1}{2}}$ beträgt.

Wenn man ſich ein Längenprofil eines Stroms in dem vorangeführten Zuſtande denkt, ſo kann das Grundbette alsdann im Ganzen beynahe die Neigung des Waſſerſpiegels haben, ſtellenweiſe aber auch denſelben übertreffen. Das Gefälle des Waſſerſpiegels iſt alsdann aus vielen kleinen geneigten, auch öfters beynahe horizontalen Ebenen zuſammengeſetzt, ſo, daß faſt keine gleichförmige Geſchwindigkeit, wenigſtens nicht auf lange Diſtanzen, ſtatt finden kann. Das Waſſer wird durch die Impedimente im Grundbette gezwungen, entweder aufzuſtauen, oder mit beſchleunigter Geſchwindigkeit abzufließen, oder gar ſtellenweiſe in Stillſtand zu gerathen. Auch ſind die Queerſchnitte eines bedeutenden Strombezirks keinesweges gleich, ſondern ſehr verſchieden. Endlich fließt das Waſſer nicht nach unveränderter Richtung, ſondern die Waſſerfäden nahe am Grundbette müſſen ſteigen, die mittleren fließen horizontal, und die oberen ſind nach dem Boden zu geneigt.

N°. 5.

Diese Betrachtungen, welche durch eine große Menge hydrometrischer Versuche bestätiget werden, geben also folgende Resultate:

Erstens: bey Bewegung des Wassers in Flüssen hat der geometrische Zustand des Queerschnitts einen großen Einfluß. Denn je vollkommener der Queerschnitt ist, desto geringer ist der gesammte Widerstand der Bewegung; je unvollkommener der Queerschnitt ist, desto größer sind die Bewegungshindernisse.

Zweytens: der gesammte Widerstand, welcher sich der Bewegung des Wassers entgegensetzt, ist veränderlich, und die Kraft, welche erforderlich ist, um den Bewegungshindernissen zu widerstehen, wird desto größer, je unvollkommener der Queerschnitt des Flusses wird.

Drittens: die Erfahrung lehrt, daß, wenn die Kraft, womit den Bewegungshindernissen in einem und demselben Queerschnitt widerstanden wird, beym vollkommenen Queerschnitt = 1 ist, bey dem möglichst niedrigsten Wasserstande und unvollkommensten Queerschnitt = 4,992 seyn kann, je nachdem sich der Queerschnitt aus einem vollkommnen in einen unvollkommnen verwandelt, und je größer die Breite des Queerschnitts in der Oberfläche gegen die Wasserseite ist, und je mehr Impedimente sich im Stromschlauch befinden, welche die Geschwindigkeit des Wassers vertragen.

N°. 6.

Die Kraft = w, womit den Bewegungshindernissen widerstanden wird, oder die Größe, welche durch Erfahrung bestimmt werden muß, für jeden Wasserstand in einem und demselben Queerschnitt, vom bordvollen bis zum möglichst niedrigsten a priori anzugeben, ist für jetzt noch ganz unmöglich, weil zu große Abwechselungen zwischen $w = \frac{1}{264,41} = 0,00378$, und $w = \frac{1}{52,990} = 0,01887$ statt finden, indem das w für den bordvollen Strom das w^1 für den niedrigsten Wasserstand eines und desselben Queerschnitts um das fünffache übertrift, und die geringe Anzahl zweckmäßiger hydrometrischer Versuche keine ganz zuverlässige Kennzeichen geben kann.

Aus diesen Gründen schien es mir anräthlich, einen anderen Weg einzuschlagen, nämlich:

a. Es ist bekannt, daß beym vollkommenen Queerschnitt eines Flußbettes, ja selbst beym bordvollen Wasserstande eines Stroms, $w = 0{,}00378$, und $C = \alpha \left(\frac{QF}{PL}\right)^{\frac{1}{2}} = 314{,}88 \left(\frac{QF}{PL}\right)^{\frac{1}{2}}$ beträgt.

b. Es ist also $C\left(\frac{PL}{QF}\right)^{\frac{1}{2}} = 314{,}88$, und $C^2\left(\frac{PL}{QF}\right) = 99150$

$= C^n\left(\frac{PL}{QF}\right)$

c. Man wird also wahrscheinlich seinen Zweck besser erreichen, wenn man in einem und demselben Queerschnitt vom vollkommenen oder bordvollen, bis zum möglichst niedrigsten Wasserstande, die mittlere Geschwindigkeit, welche diesem vollkommenen Queerschnitt zugehört, mit allen möglichen mittleren Geschwindigkeiten, die bey den niedrigsten Wasserständen gedenkbar sind, vergleicht; also die mittlere Geschwindigkeit $C = 314{,}88 \left(\frac{QF}{PL}\right)^{\frac{1}{2}}$ als die Einheit ansiehet, und untersucht, in welchem Verhältniß sich bey jedem niedrigeren bis zum möglichst kleinsten Wasserstande die mittleren Geschwindigkeiten eines und desselben Queerschnitts abändern.

N°. 7.

Man denke sich nun den Queerschnitt eines Stroms, wo beym bordvollen Zustande der Flächen-Inhalt $= Q$, der Perimeter $= P$, der Abhangs-Quotient $= \frac{F}{L}$, die mittlere Geschwindigkeit des Wassers in diesem Queerschnitt $= C$, hingegen bey einem niedrigeren oder beym kleinsten Wasserstande eines und desselben Queerschnitts $q.p.\frac{\varphi}{\lambda}.v$ gefunden wird, so ist

$$C^n : v^n = \frac{QF}{PL} \cdot \frac{q\varphi}{p\lambda}, \text{ also } v^n = C^n \frac{PL}{QF} \cdot \frac{q\varphi}{p\lambda}.$$

N°. 8.

N°. 8.

Nun iſt aber $C^n \frac{PL}{QF}$ (bey der Vorausſetzung, daß dieſe Abmeſſungen bloß für einen vollkommenen Queerſchnitt oder für den bordvollen Waſſerſtand eines Stroms gelten) $= 314{,}88^2 = 99150 = \alpha^2$. Alſo iſt $v^n = 99150 \frac{q\varphi}{p\lambda}$, und

$n = \frac{\log. \left(99150 \frac{q\varphi}{p\lambda}\right)}{\log. v}$. Iſt $PL = p\lambda$. $QF = q\varphi$ und $c = v$, ſo iſt

$n = \frac{\log. \left(\frac{C^2 PL}{QF} \cdot \frac{q\varphi}{p\lambda}\right)}{\log. c} = \frac{\log. c^2}{\log. c} = 2$.

N°. 9.

Es iſt $v^n = 99150 \frac{q\varphi}{p\lambda} = \alpha^2 \frac{q\varphi}{p\lambda}$, alſo $v \left(\frac{p\lambda}{q\varphi}\right)^{\frac{1}{n}} = (99150)^{\frac{1}{n}}$ $= (\alpha^2)^{\frac{1}{n}}$, oder der Geſchwindigkeits-Coefficient α iſt $= \log. \left(\frac{\log. 99150}{n}\right)$. Iſt $n = 2$, ſo iſt $\log. \left(\frac{\log. 99150}{2}\right) = \log. (314{,}88)$.

N°. 10.

Die mittlere Geſchwindigkeit des Waſſers in einem Queerſchnitt iſt alſo

$v = (99150)^{\frac{1}{n}} \left(\frac{q\varphi}{p\lambda}\right)^{\frac{1}{n}} = (\alpha^2)^{\frac{1}{n}} \left(\frac{q\varphi}{p\lambda}\right)^{\frac{1}{n}}$.

N°. 11.

N°. 11.

Sind in einem und demſelben Queerſchnitt die Gefälle gleich: (wobey die Vorausſetzung bleibt, daß Q, P, C die Abmeſſungen und Geſchwindigkeiten des vollkommenen Queerſchnitts oder des bordvollen Stroms bezeichnen,) ſo iſt

$c^n : v^n = \frac{Q\varphi}{P\lambda} : \frac{q\varphi}{p\lambda}$, alſo $v^n = c^n \frac{P}{Q}\frac{q}{p}$: folglich

$n = \frac{\log.\left(C^2 \frac{P}{Q}\frac{q}{p}\right)}{\log. v}$; und bey dieſer Vorausſetzung iſt auch die Proportion

$C^2 : v^n = \frac{Q}{P} : \frac{q}{p}$ richtig.

N°. 12.

Wendet man dieſe Formel N°. 8. $n = \frac{\log.\left(99150\frac{q\varphi}{p\lambda}\right)}{\log. v}$ auf die bis jetzt bekannten hydrometriſchen Verſuche an, wie ich ſolches in meinen Beyträgen zur allgemeinen Waſſerbaukunſt 1ſter Band gethan habe, weil q. p. λ. φ und v durch Meſſungen beſtimmt ſind, ſo findet ſich

erſtens: daß die mittlere Geſchwindigkeit eines Fluſſes in einem vollkommenen Queerſchnitt zu einer Potenz erhoben werden muß, deren Exponent etwas größer als 2 iſt. z. B. $v^{2,06} = \alpha^2 . \frac{q\varphi}{p\lambda}$: alſo

$v = (99150)^{\frac{1}{2,06}}\left(\frac{q\varphi}{p\lambda}\right)^{\frac{1}{2,06}}$; oder $v^{2,22} = \alpha^2 \frac{q\varphi}{p\lambda}$: alſo

$v = (99150)^{\frac{1}{2,22}}\left(\frac{q\varphi}{p\lambda}\right)^{\frac{1}{2,22}}$ u. ſ. w.

Zweytens: Sind in einem Strom alle Queerſchnitte einander möglichſt gleich, und iſt der Waſſerſtand ſo niedrig, daß die Waſſertiefe $\frac{1}{10}$. $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{200}$ der Breite des unvollkommenen Queerſchnitts in der Oberfläche iſt, ſo wird n allerhöchſtens = 2,6 angetroffen. Oder: es iſt

$$v^{2,6} = \alpha^2 \frac{q\varphi}{p\lambda}; \text{ folglich } v = (99150)^{\frac{1}{2,6}} \left(\frac{q\varphi}{p\lambda}\right)^{\frac{1}{2,6}}$$

$$= 83{,}493 \left(\frac{q\varphi}{p\lambda}\right)^{\frac{1}{2,6}}$$

Drittens: Die richtige mittlere Geſchwindigkeit des Waſſers in einem und demſelben Queerſchnitt, der ſich aus einem vollkommenen in den allerunvollkommenſten verwandelt, wird alſo zwiſchen dem Exponenten n = 2 und n = 2,6 gefunden. Das heißt alſo: die wahre und richtige mittlere gleichförmige Geſchwindigkeit eines Stroms, eines Fluſſes oder eines Kanals, muß zwiſchen den Werthen $v = 314{,}88 \left(\frac{q\varphi}{p\lambda}\right)^{\frac{1}{2}}$ und $v = 83{,}493 \left(\frac{q\varphi}{p\lambda}\right)^{\frac{1}{2,6}}$ liegen.

No. 13.

Die Kennzeichen, um zu beurtheilen, wie groß der Exponent n für jeden beſonderen Fall angenommen werden müſſe, giebt uns einzig die Erfahrung an die Hand; jedoch ſind ſelbige noch nicht ganz zuverläſſig. Es iſt daher nicht zu läugnen, daß auch dieſe Vorſtellungsart (wie die vorherige) Unvollkommenheiten hat; aber wir werden weiter unten ſehen, daß doch viele Merkmahle vorhanden ſind, welche die Gränzen ziemlich beſtimmt angeben, zwiſchen denen der wahre Werth liegen muß.

Die Kennzeichen, um den Exponenten n zu bestimmen, lassen sich hernehmen:

I. aus dem Wasserstande.

Denn die hydrometrischen Versuche bestätigen es, daß, wenn Fig. 49. abcdefghi den Queerschnitt eines bordvollen Stroms, und ndef den Queerschnitt des allerniedrigsten Wasserstandes eines und desselben Queerschnitts vorstellet, ferner klmn = poqf = H = die Höhe vom bordvollen bis zum allerniedrigsten Wasserstande, und $kl = \frac{1}{2} H$, $km = \frac{3}{4} H$ bezeichnet, sich nachstehende Gränzen ergeben:

a. Wenn der bordvolle Wasserspiegel aki bis bloh, also von k bis l oder bis auf $\frac{1}{2}$ herabsinkt, so wird die mittlere Geschwindigkeit des Stroms nach der Formel $v = 314{,}88 \left(\frac{q\varphi}{p\lambda}\right)^{\frac{1}{2}}$ höchstens $v = (99150)^{\frac{1}{2},1} \left(\frac{q\varphi}{p\lambda}\right)^{\frac{1}{2},1}$

$= 239{,}44 \left(\frac{q\varphi}{p\lambda}\right)^{\frac{1}{2},1}$ bestimmt. Zwischen beiden Resultaten muß der wahre Werth liegen.

b. Sinkt der Wasserspiegel noch unter $kl = \frac{1}{2} H$, z. B. bis m, so, daß klm $= \frac{3}{4} H$ vorstellet, so muß die mittlere Geschwindigkeit nach der Formel $v = (99150)^{\frac{1}{2},1} \left(\frac{q\varphi}{p\lambda}\right)^{\frac{1}{2},1}$ bis höchstens $v = (99150)^{\frac{1}{2},3} \left(\frac{q\varphi}{p\lambda}\right)^{\frac{1}{2},3}$ berechnet werden, so also, daß der wahre Werth höchstens zwischen $v = 239{,}44 \left(\frac{q\varphi}{p\lambda}\right)^{\frac{1}{2},2}$ und $v = 148{,}7 \left(\frac{q\varphi}{p\lambda}\right)^{\frac{1}{2},3}$ liegt.

c. Sinkt aber der Wasserspiegel gar bis zu n herab, daß also nf den allerniedrigsten Wasserstand des Stroms vorstellet, so kann die richtige mittlere Geschwindigkeit zwischen den Werthen $v = (99150)^{\frac{1}{2},3} \left(\frac{q\varphi}{p\lambda}\right)^{\frac{1}{2},3}$

und $v = (99150)^{\frac{1}{2,6}} \left(\frac{q\varphi}{p\lambda}\right)^{\frac{1}{2,6}}$ oder zwiſchen $v = 148{,}7 \left(\frac{q\varphi}{p\lambda}\right)^{\frac{1}{2,3}}$

und $v = 83{,}493 \left(\frac{q\varphi}{p\lambda}\right)^{\frac{1}{2,6}}$ liegen.

Anmerkung. Geſetzt den Fall, es wird Fig. 49. klmn = poqf = H die Höhe vom bordvollen bis zu dem allerniedrigſten Waſſerſtande eines und deſſelben Queerſchnitts durch die Linie AB Fig. 50. bezeichnet, und

AF Fig. 50. ſtellet die mittlere gleichförmige Geſchwindigkeit in dem Queerſchnitt abcdefghi Fig. 49.

CG Fig. 50. ſtellet die mittlere gleichförmige Geſchwindigkeit in dem Queerſchnitt bcdefgh Fig. 49.

DI Fig. 50. ſtellet die mittlere gleichförmige Geſchwindigkeit in dem Queerſchnitt cdefg Fig. 49.

BM Fig. 50. ſtellet die mittlere gleichförmige Geſchwindigkeit in dem Queerſchnitt ndef Fig. 49.

vor: ſo entſtehet, wenn man die Endpunkte dieſer Linien durch eine ſtetige Curve zuſammenhängt, eine Strom-Scala aller der mittleren Geſchwindigkeiten eines ſenkrechten Queerſchnitts, welche bey den verſchiedenen Ständen des Waſſers, zwiſchen dem allerniedrigſten und dem bordvollen, gedenkbar ſind.

Bliebe ſich der Exponent n für alle Waſſerſtände gleich (wie Herr du Buat vermeint, nämlich daß die mittlere Geſchwindigkeit für jeden Waſſerſtand eines und deſſelben Queerſchnitts durch $C = 314{,}88 \left(\frac{QF}{PL}\right)^{\frac{1}{2}}$ gefunden würde), ſo würden die Linien AF, CH, DL und BO die gleichförmigen mittleren Geſchwindigkeiten des Stroms für alle 4 Waſſerſtände eines und deſſelben Queerſchnitts darſtellen. Würde die mittlere Geſchwindigkeit für jeden Waſſerſtand durch $v = -\frac{1}{2} + \sqrt{\left(\frac{1}{4} + \frac{gq\varphi}{wp\lambda}\right)}$ vorgeſtellt, wie wir unten in der Coulombſchen Theorie von Bewegung des Waſſers in Flußbetten ſehen werden, ſo würden die Linien AE, CG, DK, BN die gleichförmigen mittleren Geſchwindigkeiten des Stroms für die 4 verſchiedenen Waſſerſtände vorſtellen. Dieſe Strom-Scala zeigt uns alſo ganz deutlich den Unterſchied dieſer drey Theorieen von Bewegung des Waſſers in Flußbetten.

II. Aus

II. Aus dem Gefälle des Stroms.

Es sey die Länge, auf welche der Wasserspiegel des Stroms φ Fuß Gefälle hat, $= L$ in Fußen, so verhält sich bekanntlich $\varphi : 1 = L : \lambda$; folglich ist $\frac{L}{\varphi} = \lambda$, und der Abhangs-Quotient $= \frac{1}{\lambda}$. Auf die Länge 2λ in Fußen unterhalb der Beobachtungs-Stelle untersuche man also, ob sich vom bordvollen bis zu dem allerkleinsten Wasserstande entweder die Gefälle gleich bleiben, oder ob vom bordvollen bis zum niedrigsten die Gefälle regelmäßig wachsen und abnehmen.

Schon aus der Unveränderlichkeit oder dem regelmäßigen Wachsen und Abnehmen der Gefälle vom bordvollen bis zum niedrigsten Wasserstande läßt sich beurtheilen, ob bedeutende Erhöhungen und Vertiefungen im Grundbette angetroffen werden, und ob dadurch der Widerstand der Bewegung sehr vermehrt wird. Es genügen drey dergleichen Nivellements, nämlich beym bordvollen, beym mittleren und beym kleinsten Wasserstande.

III. Aus dem Queerschnitt des Stroms bis zum bordvollen Wasserstande aufgenommen,

ergeben sich mehrere Kennzeichen, wenn man untersucht, ob auf die Länge 2λ in Fußen unterhalb der Beobachtungsstelle die Queerschnitte des Stromschlauchs einander möglichst gleich sind. Sind sie dies nicht, und weichen sie, besonders im Grundbette, sehr von einander ab, so ist dies ein untrüglicher Beweis, daß viele Erhöhungen und Vertiefungen im Grundbette statt finden, und daß sich dadurch die Bewegungshindernisse vermehren. Imgleichen untersuche man, ob die Richtung der Ufer geradelinicht oder gekrümmt ist; ob die Breiten sich ziemlich gleich bleiben, oder ob sie sehr bedeutend verschieden sind.

IV. Aus dem mittleren Halbmesser,

wenn man untersucht, wie sich der mittlere vollkommene Halbmesser zu dem unvollkommenen mittleren Halbmesser verhält. Nämlich: wenn alle Queerprofile eines Stroms so wie Fig. 47. gestaltet wären, folglich daß sich die Tiefe zur Breite wie 1 : 2 verhielte, so würden sie bey dem kleinsten Umfang den größtmöglichsten Flächen-Inhalt einschließen, und für einen bestimmten Abhang des Wasserspiegels die größtmöglichste Geschwindigkeit und Wassermenge geben. Da aber dergleichen Stromprofile nirgends statt finden können, so nenne ich ein solches Queerprofil einen vollkommenen Queerschnitt. Je mehr sich also die Abmessungen des würklichen Queerschnitts bey gleichem Flächen-Inhalt diesem vollkommenen Queerschnitt nähern, desto größer wird, für einerley Abhang des Wasserspiegels, die Geschwindigkeit und Wassermenge seyn; folglich wird sich das Verhältniß der Tiefe zur Breite dem vollkommenen Verhältniß 1 : 2 nähern. Einen solchen würklichen Queerschnitt eines Flusses oder eines Stroms nenne ich nun den würklichen unvollkommenen Queerschnitt.

Wenn man den Umfang sowohl des vollkommenen als des unvollkommenen Queerschnitts durch dessen für beide Fälle gleichen Flächen-Inhalt dividirt, so entstehen zwey Größen, die man den mittleren Halbmesser nennen kann, wo jedesmal der Halbmesser des unvollkommenen Queerschnitts kleiner wie der Halbmesser des vollkommenen Queerschnitts ist.

Es sey nun der Flächen-Inhalt für den vollkommenen und unvollkommenen Queerschnitt = q, der Umfang des vollkommenen Queerschnitts = P, der Umfang des unvollkommenen Queerschnitts = p, der vollkommene mittlere Halbmesser = R, der unvollkommene mittlere Halbmesser = r; so ist $\frac{q}{P} = R$, $\frac{q}{p} = r$, und $R > r$. Es giebt also der vollkommene Halbmesser durch den unvollkommenen dividirt einen Werth, der jedesmal größer als 1 ist. Also $\frac{\frac{q}{P}}{\frac{q}{p}} = \frac{p}{P} = \frac{R}{r} > 1$. Diesen Werth nenne ich z, folglich

z =

$z = \frac{R}{r}$. Nun iſt aber nach N°. 4. litt. a. $R = \frac{e}{2} = \frac{\sqrt{(\frac{1}{2}q)}}{2}$, und $r = \frac{q}{p}$, folglich $z = \frac{R}{r} = \frac{p\sqrt{\frac{1}{2}q}}{2q} = \frac{p}{2{,}8284\sqrt{q}}$. Hätte das Flußbette die vortheilhafteſten Abmeſſungen, ſo müßte

$$\frac{R}{r} = \frac{R}{R} = \frac{p}{2{,}8284\sqrt{q}} = 1 \text{ ſeyn.}$$

Wenn alſo in einem und demſelben Queerſchnitt vom bordvollen bis zum kleinſten Waſſerſtande eines Stroms der Flächen-Inhalt $= q$, der Umfang $= p$ bekannt iſt, ſo laſſen ſich auch dafür die Werthe P, R, r und z finden. Wendet man dieſe Betrachtungen auf die hydrometriſchen Verſuche Tabelle XI. XIII. XVIII. XXII. XXVII. in meinen Beyträgen zur allgemeinen Waſſerbaukunſt 1ſter Band an, ſo ergiebt ſich, daß mit vergrößertem Widerſtande ſich auch z vergrößert, und daß alſo die Größe z als ein Kennzeichen anzuſehen iſt, wornach in Strombetten die Zunahme des Widerſtandes, welcher ſich der Bewegung des Waſſers entgegenſetzt, vom bordvollen bis zum niedrigſten Waſſerſtande beurtheilt werden muß.

Dieſe Kennzeichen, welche der Waſſerſtand, das Gefälle, der Queerſchnitt und der mittlere Halbmeſſer des Stroms haben, geben alſo ziemlich die Gränzen an, welche Werthe zwiſchen $v = 314{,}88 \left(\frac{q\varphi}{p\lambda}\right)^{\frac{1}{2}}$ und $v = 88{,}498 \left(\frac{q\varphi}{p\lambda}\right)^{\frac{1}{2{,}6}}$ für einen beſtimmten Fall genommen werden müſſen.

Mehrere

Mehrere hydrometrische Versuche können einzig die Beurtheilung, wie der Exponent n bestimmt werden müsse, erleichtern; und deshalb halte ich die Theorie, welche ich von N°. 6 bis 13. vorgetragen habe, für diejenige, welche für die Ausübung am übersichtlichsten ist, und der Erfahrung am nächsten kommt.

Theorie

Theorie

von Bewegung des Waſſers in Kanälen,

welche ich aus des Herrn Kriegs- und Domainen-Rath Schulz Verſuch einiger Beyträge zur hydrauliſchen Architektur pag. 91 bis 93 entlehnt habe, und welche durch die franzöſiſchen Hydrauliker, Herrn Coulomb [Siehe Mémoires de l'Inſtitut national Tom. III. pag. 287.], Herrn Girard [Rapport à l'Assemblée des ponts et chaussées, sur le projet général du Canal de l'Ourcq], und endlich Herrn Prony [Récherches physico-mathématiques sur la théorie des eaux courantes] bekannt geworden iſt.

N°. 1.

Iſt s die Länge und z das Total-Gefälle des Kanals, g die beſchleunigende Kraft der Schwere, und endlich k das Queerprofil des Kanals, oder die Waſſermaſſe für eine Länge, die der Einheit des Maßes gleich ſeyn muß, ſo wird die beſchleunigende Kraft des Waſſers im Kanal $= g \frac{z}{s} k$. Die Hinderniſſe der Bewegung müſſen dieſe Beſchleunigung gerade aufheben, wenn der Fluß oder Kanal eine gleichförmige Geſchwindigkeit annehmen ſoll. Dieſe Hinderniſſe der Bewegung rühren bloß von der Adhäſion der Waſſertheilchen unter ſich, und an den Wänden des Bettes, her.

Betrachtet man das Waſſer in einem Queerſchnitt des Fluſſes, ſo wird dies in jedem Augenblick von ſeiner Bewegung, welche die Schwerkraft ihm mitzutheilen ſucht, durch die Kraft zurückgehalten, mit welcher alle Theilchen, im Umfang des Queerſchnitts, an der Schicht der Flüſſigkeit ankleben, welche die Seiten und den Boden des Flußbettes überziehet (naß macht). In irgend einer Zeit kleben dieſelben Waſſertheilchen nach einander an einer Anzahl Punkte an, die deſto größer iſt, je ſchneller die Waſſertheilchen fortrücken. Der hieraus entſtehende Widerſtand der Bewegung iſt alſo der in einer beſtimmten Zeit auf einander folgenden Menge Anklebungen proportional. Bedeutet daher R die Kraft des Zuſammenhanges je zweyer Waſſertheilchen, P den Umfang des Queerſchnitts, und u die Geſchwindigkeit des Waſſers, ſo läßt ſich jener Widerſtand durch RPu ausdrücken. Dabey muß man nicht vergeſſen, daß u zwar die Geſchwindigkeit ausdrückt, daß es aber hier nur in ſofern einen Faktor des geſuchten Widerſtandes ausmacht, als es die Anzahl gleich ſtarker Anklebungen beſtimmt, die in einer beſtimmten Zeit, ohne Rückſicht auf die fortſchreitende Bewegung, losgeriſſen werden müſſen. Außerdem muß man aber auch noch das berückſichtigen, daß die Waſſermaſſe in Bewegung iſt; daß ſie alſo mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit (gleichfalls u) an die Unebenheiten der die Wände überziehende Schicht anſtößt, und daß dieſer Stoß bey jedem Theilchen deſto heftiger iſt, je größer die Bewegung, d. h. je größer die Geſchwindigkeit war. Die Anzahl dieſer Unebenheiten wird hier wieder durch Pu ausgedrückt, ſo, daß folglich der in Rede ſtehende Widerſtand iſt = Pu.u., multiplicirt mit der Kraft, womit jede Unebenheit der Bewegung widerſtehet, welche Kraft hier r heißen mag. Der ganze Widerſtand wird alſo = $RPu + rPu^2 = Pu\,(R + ru)$, wo der erſte Faktor Pu, die Anzahl der, in einer Zeit-Einheit der Bewegung der in jeder Waſſerſchicht am Umfang des Profils entgegen wirkenden Waſſertheilchen (nämlich P nach der Breite, u nach der Länge des Fluſſes), der zweyte Faktor $R + ru$ aber die (intenſive) Größe des Widerſtandes, nämlich die Adhäſion R und den Stoß ru, ausdrückt. So weit hat die Formel alſo völlige Aehnlichkeit mit dem Widerſtande bey zwey klebrigen feſten Körpern, die einander nur mit der Seite berühren, oder mit ſo geringen Vorragungen an einander ſtoßen, daß der ſtoßende ſeine Bewegung, des Stoßes unerachtet, weiter fortſetzen kann. Dabey würde nämlich gleichfalls Adhäſion (R) und Stoß (ru) in Betracht kommen, nur daß r die Maſſe des geſtoßenen Körpers ausdrücken müßte.

Bey

Bey fließendem Wasser wird unter r offenbar die Ursache verstanden, die den gestoßenen Körper hindert, sich eben so schnell zu bewegen, als der stoßende sich bis zum Augenblick des Stoßes bewegte. Die Ursache ist bey festen Körpern ihre Trägheit, hier aber (weil die Masse des gestoßenen Körpers im Verhältniß zum stoßenden $= \frac{1}{\infty}$) das Ankleben der Wassertheilchen an der Wand, oder wie das vorige R; es ist also $r = R$, der ganze Widerstand $= RPu + RPu^2$, und bey der gleichförmigen Bewegung $g \frac{z}{s} k = RP(u + u^2)$. Diesen doppelten Widerstand hat Coulomb zuerst angegeben.

Bey Flüssen läßt sich die Formel zwar nicht in aller Strenge anwenden, da bey ihnen die Geschwindigkeit der Wasser-Fäden in demselben Queerschnitt sehr verschieden ist; ohne indessen sehr zu irren, kann man statt u die mittlere Geschwindigkeit annehmen.

Unter dieser Voraussetzung läßt sich leicht aus den von du Buat und Chezy angestellten Versuchen der Werth von R entwickeln. Seine mittlere Größe wird dadurch $= 0{,}0018180$ gefunden.

N°. 2.

Um die vorstehende Theorie mit der Erfahrung zu vergleichen, wähle ich aus meinen Beyträgen zur allgemeinen Wasserbaukunst 1ster Band Tabelle XVIII. die hydrometrischen Versuche N°. 1 und 17 aus, die in einem und demselben Queerschnitt der Weser mit großer Genauigkeit angestellt sind.

Im Versuch N°. 1. ist $g = 187{,}5$ Zoll, $\frac{z}{s} = \frac{1}{1817}$, $k = 866310$ □Zoll, $P = 5568$, $v = 92{,}124$ Zoll; folglich $R = \frac{gzk}{Ps(v + v^2)}$ $= 0{,}0018715$.

Im Verſuch N°. 17. iſt $g = 187{,}5$, $\frac{z}{s} = \frac{1}{2509}$, $k = 191660$, $P = 3678$, $v = 20{,}316$ Zoll; und da $R = 0{,}0018715$, ſo iſt

$$v = -\tfrac{1}{2} + \sqrt{\left(\tfrac{1}{4} + \frac{gzk}{RsP}\right)} = 45{,}46 \text{ Zoll.}$$

Nach der Erfahrung iſt $v = 20{,}316$ Zoll; folglich giebt die Coulombſche Theorie den wahren Werth um 2,237 mal zu groß an.

Beſſer ſtimmt die Coulombſche Theorie mit den du Buatſchen hydrometriſchen Verſuchen, welche in hölzernen Gerinnen angeſtellt wurden. In Tabelle XXVII. meiner Beyträge 1ſter Band iſt im Verſuch N°. 102. $g = 181$, $\frac{z}{s} = \frac{1}{1412}$, $k = 105{,}78$, $P = 29{,}17$, $v = 15{,}55$, und alſo $R = 0{,}001811$.

Im Verſuch N°. 99. eines und deſſelben Queerſchnitts iſt

$g = 181$, $\frac{z}{s} = \frac{1}{1412}$, $k = 35{,}22$, $P = 21{,}33$, $v = 9{,}2$; folglich

$$v = -\tfrac{1}{2} + \sqrt{\left(\tfrac{1}{4} + \frac{gzk}{RsP}\right)} = 10{,}31.$$

Nach der Erfahrung iſt $v = 9{,}2$; alſo giebt die Coulombſche Theorie für dieſen Fall den wahren Werth nur um $\frac{1}{9}$ zu groß an.

Die Gründe, warum die Coulombſche Theorie mit den hydrometriſchen Verſuchen in Flüſſen und Strömen (für alle mögliche Fälle) nicht übereinſtimmt und übereinſtimmen kann, ſind folgende:

I. Aus der Formel $g\frac{z}{s}k = RP(u+u^2)$ wird die Geſchwindigkeit

$$u = -\tfrac{1}{2} + \sqrt{\left(\tfrac{1}{4} + \frac{gkz}{RPs}\right)}$$ gefunden. Angenommen, daß alle Grö-

ßen

sen im Zoll-Maaß ausgedrückt sind, so sind die Werthe $u = -\frac{1}{2} + \sqrt{\left(\frac{1}{4} + \frac{gzk}{RsP}\right)}$, und $v = \sqrt{\left(\frac{gzk}{RsP}\right)}$ für die Ausübung ganz unbedeutend verschieden. Aus der du Buatschen Theorie wird aber der Werth $v = \sqrt{\left(\frac{gzk}{RsP}\right)}$ abgeleitet; folglich kann die Coulombsche und die du Buatsche Theorie nur Resultate geben, die wenig von einander verschieden sind, z. B. Tabelle XVIII. Versuch N°. 17. giebt die du Buatsche Formel $v = 45{,}87$ Zoll, die Coulombsche $= 45{,}46$. In Tabelle XXVII. Versuch N°. 99. ist nach du Buat $v = 10{,}583$ Zoll, nach Coulomb $= 10{,}31$ Zoll.

In meinen Beyträgen zur allgemeinen Wasserbaukunst 1ster Band habe ich von der du Buatschen Theorie behauptet, daß sie nur alsdann richtige Resultate liefere, wenn der Queerschnitt des Stroms ein vollkommener ist, oder sich demselben nähert. Auch nur in diesem Fall ist also die Coulombsche Theorie anwendbar.

II. Es giebt, wie wir aus der Erfahrung wissen, Zustände in einem und demselben Queerschnitt, ja bey einem und demselben Abhang des Wasserspiegels, wo es gar nicht erlaubt ist, $R = r$ zu setzen, weil die Masse des gestoßenen Körpers, im Verhältniß zum stoßenden, $nicht = \frac{1}{\infty}$ ist. Denn es giebt nirgends einen Strom, einen Fluß, oder einen Kanal, der in Erdreich ausgehölt wäre, wo nicht im Grundbette bedeutende Erhebungen und Vertiefungen angetroffen werden. Bey einem vollkommenen Queerschnitt haben selbige keine bedeutende Einwürkung, weshalb die bewegte Wassermasse (oder der stoßende Körper) den geringsten Widerstand findet, ihre Bewegung fortzusetzen, die auch unter diesen Umständen am größten ist. (Man bemerkt dies sogar an der Oberfläche des Wassers, die sich in diesem Zustande möglichst ebnet).

Ist aber die Wassertiefe sehr gering, das Grundbette voll von Unebenheiten, und die Breite des Queerschnitts sehr groß, folglich der Queerschnitt sehr unvollkommen, so wird der stoßende Körper viel von

ſeiner Geſchwindigkeit verlieren, die er bis zum Augenblick des Stoßes hatte, d. h. die Geſchwindigkeit des Waſſers wird vertragt, und auf der Oberfläche des Waſſers bilden ſich zahlloſe wellenförmige Erhebungen. Die bewegte Waſſermaſſe (oder der ſtoßende Körper) iſt dem Stromſchlauch nicht angemeſſen, weshalb jelbige durch die vielen Unebenheiten ſo aufgehalten oder vertragt wird, daß die größtmöglichſte Bewegung nicht erfolgen kann.

Oder: es iſt nicht gleichgältig, ob der ſtoßende Körper bloß durch das Ankleben des Waſſers an der Wand (R) verhindert wird, ſich mit ſeiner erſten Geſchwindigkeit fortzubewegen, oder ob er gegen feſte Körper (ru) anprallt, die die erſte Geſchwindigkeit, welche die bewegte Waſſermaſſe erlangt hatte, bedeutend verzögern.

III. Die Geſchwindigkeit des Waſſers am Grundbette eines Queerſchnitts kann um das fünf- und mehrfache verſchieden ſeyn. Es iſt daher gar nicht erlaubt, die mittlere Geſchwindigkeit des Waſſers am Grundbette (u) für die mittlere Geſchwindigkeit des Waſſers im ganzen Queerſchnitt (v) zu ſubſtituiren, weil unter allen Umſtänden die letztere (v) allemal bedeutend größer, als die erſtere (u) iſt.

IV. Die Geſchwindigkeit u, womit die Waſſertheilchen von dem Umfang der Wand P losgeriſſen werden, wird wahrſcheinlich nicht mit der Geſchwindigkeit u^1 gleich ſeyn, welche der ſtoßende Körper übrig behält, wenn er den Stoß an den Unebenheiten des Grundbettes und den Seiten-Wänden verrichtet hat. Daher ſcheint mir es auch nicht erlaubt, den ganzen Widerſtand durch $RPu + rPu^2$ auszudrücken, ſondern $RPu + rP(u^1)^2$, wo natürlich in gewiſſen Fällen $u = u^1$, ſo wie $R = r$ (nämlich beym vollkommenen Queerſchnitt) ſeyn kann.

V. Die Coulombſche Formel iſt alſo, angewandt auf Ströme, Flüſſe, und Kanäle, die in Erdreich ausgehöhlt ſind, allgemein $g \frac{z}{s} k = RPu + rP(u^1)^2$. Durch hydrometriſche Verſuche werden die Werthe g. z. s. k. P beſtimmt. Ob man aber R. r. u. u^1 für die verſchiedenen Zuſtände eines und deſſelben Queerſchnitts in einem Strom genau ausmitteln könne? — dies muß ich vorläufig bezweifeln.

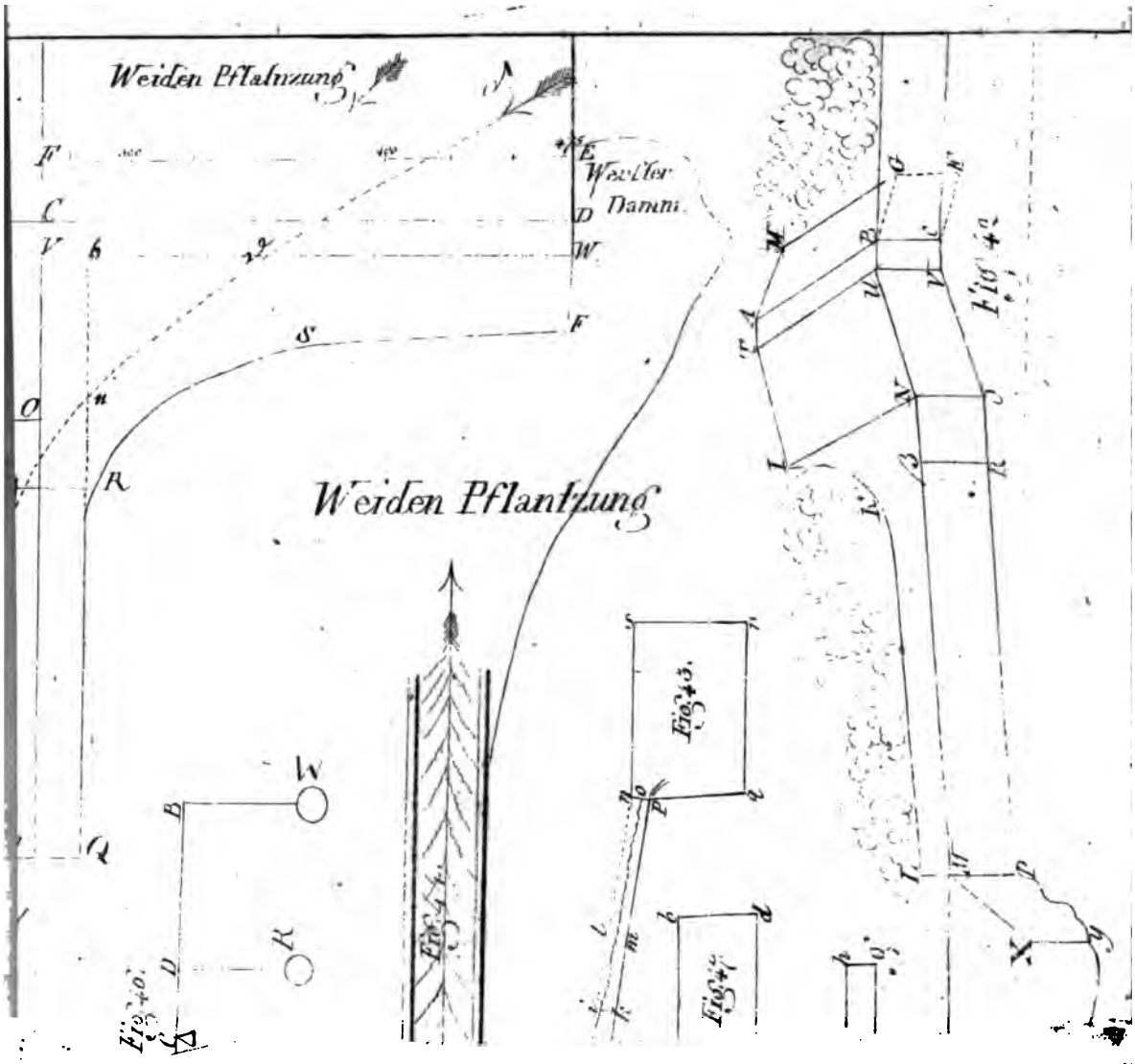
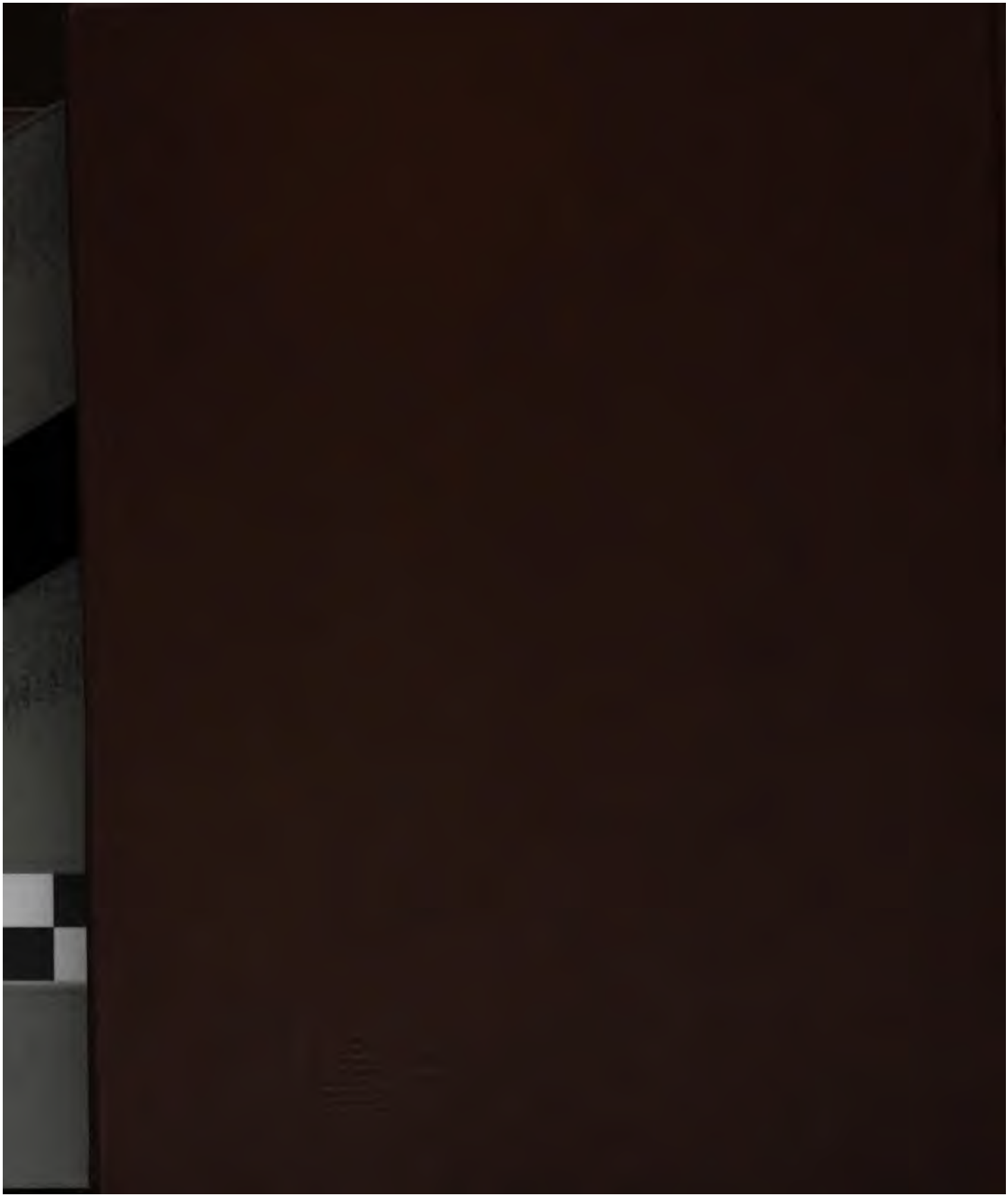

Weiden Pflanzung
Weiden Pflantzung
Fig. 40.
Fig. 41.
Fig. 42.
Fig. 43.
Fig. 44.
Fig. 47.

Fig. 30.

vorm. Dörgen
Hahnenkamp
Weser St
Eidinghausen
Lear
Groppert
Werre
Rehmer Insel
Rehme gehörige
nach Minden
Rehme
Bohrloch
Grundstücke
Hagemeyer
Marg. 172.
und
Mehlber

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
REFERENCE DEPARTMENT

This book is under no circumstances to be taken from the Building

Form 418